

**ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
СЕРИЯ XXIII. АНТРОПОЛОГИЯ  
(LOMONOSOV JOURNAL OF ANTHROPOLOGY)**

*НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ*

ТОМ 15

**1/2023**

*Учредитель:* Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

*Главный редактор:* д-р ист. наук, акад. РАН **Александра Петровна Бужилова** (Москва)

ISSN 2074-8132

*Язык:* русский, английский

Выходит с 2009 года  
*Периодичность:* 4 номера в год  
(март, июнь, сентябрь, декабрь)

**Редакционная коллегия:**

д-р ист. наук, акад. РАН **А.П. Бужилова**  
(главный редактор) (Москва)

д-р биол. наук, проф. **Е.З. Година**  
(заместитель главного редактора) (Москва)

д-р наук по антропологии, проф. **К. Бозе**  
(заместитель главного редактора) (Мединипур, Индия)

канд. биол. наук **А.В. Сухова**  
(заместитель главного редактора) (Москва)

канд. биол. наук **Е.Ю. Пермякова**  
(ответственный секретарь) (Москва)

д-р биол. наук, проф. **Е.В. Балановская** (Москва)

д-р ист. наук, проф., член-корр. РАН **М.Л. Бутовская**  
(Москва)

д-р ист. наук **А.Г. Козинцев** (Санкт-Петербург)

канд. ист. наук **Е.В. Леонова** (Москва)

д-р ист. наук **М.Б. Медникова** (Москва)

д-р биол. наук, доц. **М.А. Негашева** (Москва)

д-р биол. наук, проф. **В.Д. Сонькин** (Москва)

канд. ист. наук **В.И. Хартанович**  
(Санкт-Петербург)

**Редактор А.А. Кастро Степанова**

*Издатель:* Издательский Дом МГУ

*Адрес:* 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 15

*Тел.:* +7 -495-939-32-91

*e-mail:* info@msupress.com

<https://msupress.com>

*Адрес редакции:* 125009, Москва, ул. Моховая, д. 11

НИИ и Музей антропологии имени Д.Н. Анучина МГУ

*Тел.:* +7 495-629-75-21

*e-mail:* vestnikmsu23@mail.ru

*Веб-сайт журнала:* www.bulletin.antropos.msu.ru

**Редакционный совет:**

д-р ист. наук, проф., акад. РАН **Х.А. Амирханов**  
(Москва)

д-р ист. наук **Л.О. Битадзе**  
(Тбилиси, Грузия)

д-р ист. наук, член-корр. РАН **М.В. Добровольская**  
(Москва)

д-р наук, проф. **Е. Кобылянский**  
(Тель-Авив, Израиль)

д-р биол. наук, доц. **М.Б. Лавряшина**  
(Кемерово)

д-р наук, проф. **П. Рудан** (Загреб, Хорватия)

д-р наук, проф. **Я. Туткувене**  
(Вильнюс, Литва)

д-р ист. наук **Т.А. Чикишева** (Новосибирск)

д-р ист. наук **Ю.К. Чистов** (Санкт-Петербург)

д-р ист. наук, проф. **Д.А. Функ** (Москва)

д-р мед. наук, проф. **Р.М. Хайруллин**  
(Санкт-Петербург)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций РФ. Свидетельство регистрации ПИ № ФС77-35672 от 19 марта 2009 г.

*Журнал включен:*

в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук»

• в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)

• в научную электронную библиотеку «КиберЛенинка»

Выход в свет 28.02.2023 г.

Цена свободная

Материалы журнала предназначены для лиц 16 лет и старше

**LOMONOSOV JOURNAL OF ANTHROPOLOGY  
(VESTNIK MOSKOVSKOGO UNIVERSITETA  
SERIES XXIII ANTHROPOLOGIYA)**

*PEER-REVIEWED JOURNAL*

VOLUME 15

**1/2023**

*Founder:* **Lomonosov Moscow State University**

*Editor-in-Chief:* **Alexandra Buzhilova** (Moscow, Russia)

ISSN 2074-8132

*Language:* Russian, English

Journal is published since 2009

*Published quarterly* (4 issues per year)

*Timetable:* March, June, September, December

**Editorial Board:**

*Editor-in-Chief:* **Alexandra Buzhilova**, Full member of the RAS, PhD, DSci in History (Moscow, Russia)

*Deputi Editor:* **Elena Godina**, PhD, DBSci, Prof. (Moscow, Russia)

*Deputi Editor:* **Kaushik Bose**, PhD, DSci in Anthropology, Prof. (Midnapore, India)

*Deputi Editor:* **Alla Sukhova**, PhD, (Moscow, Russia)

Executive Secretary: **Ekaterina Permyakova**, PhD, (Moscow, Russia)

**Elena Balanovska**, PhD, DBSci (Moscow, Russia)

**Marina Butovskaya**, Corresponding Member of RAS, PhD, DSci in History (Moscow, Russia)

**Alexander Kozintsev**, PhD, DSci in History (St. Petersburg, Russia)

**Elena Leonova**, PhD (Moscow, Russia)

**Maria Mednikova**, PhD, DSci in History (Moscow, Russia)

**Marina Negasheva**, PhD, DBSci (Moscow, Russia)

**Valentin Son'kin**, PhD, DBSci (Moscow, Russia)

**Valeri Khartanovich**, PhD (St. Petersburg, Russia)

*Editor:* **Alexandra Castro Stepanova** (Moscow, Russia)

*Publisher:* The Moscow University Press  
*Address:* Leninskiye Gory, 1-15, Moscow, 119991, Russia  
*Phone:* +7 -495-939-32-91  
*e-mail:* info@msupress.com  
<http://msupress.com>

**Editorial Council:**

**Hizri Amir Khanov**, Full member of the RAS, PhD, DSci in History (Moscow, Russia)

**Liana Bitadze**, PhD, DSci in History (Tbilisi, Georgia)

**Maria Dobrovolskaya**, Corresponding Member of RAS, PhD, DSci in History (Moscow, Russia)

**Eugene Kobylansky**, DSci, Prof. (Tel Aviv, Israel)

**Maria Lavryashina**, PhD, DBSci, Prof. (Kemerovo, Russia)

**Pavao Rudan**, DSci, Prof. (Zagreb, Croatia)

**Janina Tutkuvienė**, Dr Habil., Prof. (Vilnius, Lithuania)

**Tatiana Chikisheva**, PhD, DSci in History (Novosibirsk, Russia)

**Yuri Chistov**, PhD, DSci in History (St. Petersburg, Russia)

**Dmitriy Funk**, PhD, DSci in History, Prof. (Moscow, Russia)

**Radik Khayrullin**, PhD, DSci in Medicine, Prof. (St. Petersburg, Russia)

*Editorial board address:* Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology, Moscow State University, Mokhovaya, 11, Moscow, 125009, Russia  
*Phone:* +7-495-629-75-36; 7-495-629-43-76  
*e-mail:* vestnikmsu23@mail.ru

*Website:* [www.bulletin.antropos.msu.ru](http://www.bulletin.antropos.msu.ru)



## СОДЕРЖАНИЕ

### Биологическая антропология

- Пермякова Е.Ю.* Основные направления аукологических исследований детей от рождения до 3 лет в московской школе антропологии (по материалам статей в «Вестнике Московского университета. Серия XXIII. Антропология» за последние 14 лет) ..... 5
- Калюжный Е.А., Горбачева А.К., Федотова Т.К.* К вопросу о морфофункциональном статусе детей школьного возраста Нижегородской области в связи с экологическими факторами ..... 13
- Калихман Л., Бацевич В.А., Кобылянский Е.* Распространенность и характеристики рентгенологического остеоартроза костей кисти у сельских туркмен..... 27
- Бисвас С., Чанак М., Бозе К.* Поперечное исследование питания сельских бенгальцев в возрасте 10-15 лет из Пурба-Мединипур, Западная Бенгалия, Индия ..... 37
- Парфентьева О.И., Сонькин В.Д.* Нелинейная зависимость показателей моторного развития от ИМТ у мальчиков-школьников 7–12 лет ..... 49
- Федорчук О.А. Гончарова Н.Н.* Сопоставимость результатов канонического дискриминантного анализа проведенного на основе разных входных данных ..... 62
- Карапетян М.К.* Пищевые традиции по данным мультидисциплинарных исследований: степи и лесостепи Поволжья и Южного Урала в эпоху бронзы .... 78
- Будилова Е.В., Лагутин М.Б.* Связь между человеческим развитием и уровнем инновационного развития экономики ..... 90

### Историческая антропология

- Перерва Е.В.* К вопросу о патологических состояниях на искусственно деформированных черепах эпохи средней бронзы Нижнего Поволжья ..... 102
- Ожерельев Д.В., Лев С.Ю., Столпникова Е.М.* Проблемы верхнего палеолита предгорий Северного Тянь-Шаня: новейшие открытия и дальнейшие перспективы ..... 118
- Ибрагимов А.Ш., Евсеев Р.В., Алиев А.А.* Восстановление внешнего облика мужчины из шемахинского могильника периода раннего средневековья ..... 129
- Еськова Д.К., Леонова Е.В.* Время появления техники отжима пластинчатых заготовок на Северо-Западном Кавказе и хронология ее распространения на сопредельных территориях ..... 138



# CONTENTS

## Human Biology

- Permiakova E.Yu.* Main directions in the study of infants' growth at Moscow school of anthropology: a review based on the articles published in «Moscow University Anthropology Bulletin» for the last 15 years ..... 5
- Kaluzhniy E.A., Gorbacheva A.K., Fedotova T.K.* To the problem of morphofunctional status of schoolchildren of Nizhny Novgorod region in connection with ecological factors ..... 13
- Kalichman L., Batsevich V.A., Kobylansky E.* Prevalence and characteristics of radiographic hand osteoarthritis in rural Turkmens ..... 27
- Biswas S., Chanak M., Bose K.* A cross-sectional study of nutritional status among 10-15 years old rural Bengalese adolescents of Purba Medinipur, West Bengal, India ..... 37
- Parfenteva O.I., Sonkin V.D.* Nonlinear relationship between motor skills and BMI in the group of school-age boys of 7-12 years ..... 49
- Fedorchuk O.A. Goncharova N.N.* Comparability of results from canonical discriminant analysis based on different input data ..... 62
- Karapetian M.K.* Diet according to multidisciplinary studies: steppes and forest steppes of the Volga region and Southern Ural in the Bronze Age ..... 78
- Budilova E.V., Lagutin M.B.* The Relationship between the human development and the level of innovative development of the economy ..... 90

## Anthropology

- Pererva E.V.* Revisiting Pathological Conditions on Artificially Deformed Skulls of the Middle Bronze Age from the Lower Volga region ..... 102
- Ozherelyev D.V., Lev S.Yu., Stolpnikova E.M.* Problems of the Upper Paleolithic in the foothills of the Northern Tien Shan: latest discoveries and perspectives ..... 118
- Ibrahimov A.S., Yevseyev R.V., Aliev A.A.* Forensic facial reconstruction of a man from the Shamakhigrave field of the early medieval period ..... 129
- Eskova D.K., Leonova E.V.* Dating the pressure bladmaking emergence in the North-Western Caucasus and the chronology of the pressure technique diffusion in the neighbouring regions ..... 138



Permiakova E.Yu.

*Lomonosov Moscow State University, Anuchin Institute and Museum of Anthropology,  
Mokhovaya st., 11, Moscow, 125009, Russia*

## MAIN DIRECTIONS IN THE STUDY OF INFANTS' GROWTH AT MOSCOW SCHOOL OF ANTHROPOLOGY: A REVIEW BASED ON THE ARTICLES PUBLISHED IN «MOSCOW UNIVERSITY ANTHROPOLOGY BULLETIN (MUAB)» FOR THE LAST 15 YEARS

**Introduction.** *The present study is of a complex nature and is devoted to the assessment of the main directions of the development of auxology in Russian anthropology. To a large extent, this work is a continuation of the review of the activities of the laboratory of auxology of the Anuchin Research Institute and the Museum of Anthropology of Moscow State University [Godina, 2010]. At the same time, the main directions of work are considered and described in more detail not only directly by the auxology laboratory, but also by other working groups of the same Institute, the Department of Anthropology of the Faculty of Biology of Lomonosov Moscow State University, as well as other academic institutions.*

**Materials and methods.** *Specifically, in this part of the work, articles devoted to the comprehensive assessment of the processes of growth and development of children from birth to 3 years old, which were published in the «Moscow University Anthropology Bulletin» from 2009 to 2022, were used as a source of information.*

**Results and discussion.** *The studies conducted in this area affect a large number of aspects of physical development in infancy and early childhood – for example, factors influencing these processes (evolutionary, climatic, geographical, ethnic and genetic factors, constitutional features of mothers, circumstances of intrauterine growth) are analyzed on representative samples. Special attention should be paid to the work on the evaluation in comparative and secular aspects of growth processes and indicators of sexual dimorphism of children under 3 years of age in the countries of the former USSR.*

**Conclusion.** *Despite the difficulties in working with a rather specific contingent, the fact that these works, together with the results obtained, lead us to conclude that this stage of ontogenesis is represented to a large extent in the works of domestic anthropologists, which allows us to use these data both in the field of interdisciplinary and interdepartmental research.*

**Keywords:** biological anthropology; human populations; auxology; infants; early childhood; growth and development; human morphology

DOI: 10.32521/2074-8132.2023.1.005-012 (MUAB)

### Introduction

Assessment of the processes of growth and development of children and adolescents using diverse approaches involving theoretical and methodological foundations of related fields of knowledge (psychology, medicine, genetics, ecology, etc.) is the fundamental basis of auxology [Godin, 1919; Godina, 2010]. Undoubtedly, this section of anthropology is perhaps the most complex and interdisciplinary part of

it, since it evaluates the contribution of climatogeographic, socio-economic, hormonal, psychological and genetic factors to the formation of soma [for example, Hrisanfova, 1990; Nikityuk, 1991; Martynenko, 2021; Parfent'eva et al., 2022; Permiakova et al., 2022; Araos et al., 2016; Sheehan et al., 2021]. Among other things, an important aspect of auxology is also the study of the spatio-temporal aspects of development, i.e. the assessment of the secular trend, which allows

us to talk about the acceleration or, conversely, slowing down of growth processes from generation to generation [Vlastovskij, 1979; Batsevich, Yasina, 2015; Batsevich, 2022].

One of the basic directions of the work of Russian anthropologists is the analysis of the growth and development of infants, as well as factors influencing these processes. The importance of this kind of research is undeniable and is due to the fact that this period of ontogenesis is characterized by the highest rate of growth processes accompanied by active morphofunctional differentiation of individual body systems [Tanner, 1994; Fiziologiya rosta ..., 2007].

The aim of the present work was to picture the main directions in the study of infants' growth at Moscow school of anthropology. Although publications on this topic are present in other journals, we have used for this work only those materials that had been published in the Moscow University Anthropology Bulletin. This choice can be explained by the reason that most of the founders of auxological studies in Russia worked at the Research Institute and the Museum of Anthropology of Lomonosov Moscow State University and paid much attention to children's growth during this particular period of ontogenesis. That is why extensive databases covering different regions and even countries of the former USSR exist and are also used in modern research.

### Study of the growth patterns of infants

One of the leading places in this field is occupied by the work of the Laboratory of anthropoecology of the Anuchin Research Institute and the Museum of Anthropology (Lomonosov Moscow State University).

First, it should be noted the review of numerous literature data concerning the variation of the body size of newborn Russians. Analysis of the factors of evolutionary, climatic-geographical, ethnic and genetic factors, assessment of the constitutional characteristics of mothers (first of all, the pelvis diameter), as well as the circumstances of intrauterine growth allows us to conclude that the positive relationship of body weight at birth with the geographical latitude of the population; negative relationship with altitude adjusted for the duration of adaptation populations to conditions of high-altitude

hypoxia; seasonality of body weight fluctuations against the background of cyclic fluctuations in the level of insolation and vitamin D as well; cyclical fluctuations in the size of the newborn due to the dynamics of geomagnetic activity. An assessment of the temporal dynamics of the Russian newborns' parameters makes it possible to conclude that the processes occurring in our country and in Europe and Asia as well are similar, which manifests itself in an increase in body height while simultaneously reducing body weight and girths [Fedotova, Borovkova, 2011].

Further analysis is carried out on samples of Moscow children 0–36 months old, examined in the period from 1952 to 2015. The directions of research in this case are very multidirectional and affect, first of all, the specific features of growth in the infant period of ontogenesis and in early childhood.

Thus, the contingent surveyed in 2009 demonstrates quite standard changes in body height and weight, chest and head girths from the moment of birth, with increments gradually decreasing by 12 months. The intensity of size increase in the first year of life is maximum for body height compared to newborns (11–13 sigma), slightly less for body weight (10 sigma) and head and chest girths (7–9 sigma). According to the authors, individual growth channels that are not related to the patterns of embryonic development begin to clearly manifest themselves no earlier than 4–5 months of age. The most important factor in the formation of individual differences at this age in children of both sexes is the social status of parents. For more sensitive boys, the presence of other children in the family is also significant [Fedotova et al., 2010]. The obtained results were also presented in the form of percentile standards (body height and weight, girth dimensions), reflected both graphically and in tabular format, which determines the possibility of their use in work compared to the physical development of Muscovites and other young residents of Russia and foreign countries [Fedotova, Gorbacheva, 2015].

In addition, for the same group, the contribution of an extensive group of family and biological factors was analyzed (the course and order of pregnancy and childbirth, the type of feeding, the presence of certain diseases, hematological characteristics at the time of birth, the time of the appearance of the first teeth, the age and social status of

parents, the presence of hereditary diseases and the presence of other children in the family) in the variation of development in the first year of life. Based on the results of the variance and correlation analysis, the authors conclude that the connections (but with a low correlation coefficients) of some indicators with the social status of parents in children of both sexes, as well as with blood indicators at birth and the number of other children in the family of boys are not accidental. The presence of various diseases during the infancy period of growth, the type of feeding, the course of pregnancy and the age of the parents affect the value of anthropometric parameters much less often. In any case, the values of the correlation coefficients obtained in the work can explain only 4-16% of the variation in body sizes, which confirms the control of growth processes in children by many independent factors, the effect of each of which is relatively small [Fedotova et al., 2012].

Special attention should be paid to the work devoted to the variability of the body size of newborns and the size of the pelvis of mothers, which is of undoubted interest, including for medical research. The analysis of 69 samples of newborns numbering more than 70 thousand people and 60 samples of women from Eurasia (former USSR countries) showed that centripetal trends prevail in the variability of both the body size of newborns and the diameter of mother's pelvis, directing the values of these parameters to a narrow specific norm. Within the framework determined by stabilizing selection, the entire spatial dynamics of the body size of newborns occurs: neither the climatogeographic, nor the degree of urbanization of the mother's place of residence, nor the anthropological specifics of the sampling of the newborns themselves individually make a significant contribution to the variations in their body size and are more mediated by the morphofunctional status of the mother. An interesting fact is that higher correlations with the size of the newborn's body are demonstrated not by its pelvic diameter, but by the body weight. Anyway, the most significant contribution is not even this indicator, but the family factor – the body weight of siblings and parents at birth, which is consistent with Tanner's results [Tanner et al., 1972]. At the same time, however, the authors note that in the temporal aspect, leptosomization and dolichocephalization of

newborns are consistent with the tendency to decrease the pelvis diameter of mothers (especially in megacities), which, in turn, corresponds to the tendency to asthenization of modern women of reproductive age [Fedotova, Gorbacheva, 2016]. At the same time, the analysis of 3055 mother-child pairs of urban and rural populations of six ethnoterritorial groups: Mari, Komi, Buryat with Perm, Komi Republic and Buryatia Russians showed that the greatest statistical "weight" in explaining the variability of body weight at birth is characterized by the gestational age and body weight of a mother. An additional (modifying) influence is exerted by the marital status, height and place of residence (rural or urban) of the mother, the number of the child's birth, the hemoglobin level in mother's blood, the mother's age. The proposed model does not take into account such obviously highly significant indicators for the newborn's body weight as the state of health and contact with toxic substances of the mother, the quality of nutrition and medical support [Vershubskaya, Kozlov, 2020].

The intergroup diversity of growth processes of infants of the former USSR from birth to 12 months is also of particular interest in the context of assessing the influence of climatic and geographical factors, the degree of urbanization of the place of residence and ethnicity on growth processes. The implementation of this aim was carried out using data from surveys of 63 ethno-territorial groups conducted in the late 1960s – early 1970s (the total number is more than 70 thousand people). It is shown that among Slavic groups, body weight has the smallest range of intergroup variability, body height has the largest, chest girth occupies an intermediate position in terms of the severity of the differences found. A significant trend of increasing the body height of newborns from west to east with an increase in the geographical longitude of the place of residence was revealed. There is also a tendency to increase body height and chest circumference in children of both sexes with an increase in latitude, i.e. from south to north, in accordance with the Bergmann's rule. When comparing non-Slavic ethnic groups, the scale and patterns of intergroup variability of different body sizes are comparable to the picture of territorial variability of Slavic groups of newborns. Nevertheless, the indicators of the severity of the climate – the maximum temperature in

January, the average yearly temperature, the continentality of the climate – show connections not with body height, as it was in the analysis of Slavic groups, but with body weight and chest circumference in girls and boys. Comparing the body sizes of newborns of different ethnic groups living in the same territory does not fit into a coherent scheme, therefore, summarizing the results obtained, the authors conclude that neither climatic and geographical factors, nor the degree of urbanization of the place of residence, nor the actual anthropological specifics of the sample of newborns, considered separately, are absolutely unambiguous determinants in size variations of newborns [Borovkova et al., 2012]. The results of the survey of 12-month-old children (about 15 thousand people) also reveal the dependence of the magnitude of dimensional features and their ratios, or proportionality of physique, on the degree of discomfort of climatic and geographical factors of the niche of development. An increase in natural stress accompanies a decrease in the ratio of girth to body height and an increase in leptosomal physique, in fact, to a weakening of physical conditions and fitness [Gorbacheva, Fedotova, 2017]. The contribution of anthropogenic factors to variations in the main anthropometric indicators of children at the start of ontogenesis (12-36 months) turns out to be relatively small, which perhaps indicates that the age under consideration is not informative for studying the processes of adaptation of the child's body to the environment [Gorbacheva, Fedotova, 2018].

Subsequent work on the same sample is devoted to comparing the dynamics of the normalized values of the main indicators of physical development, as well as analyzing the secular variability of growth processes. It is shown that the structure of the intergroup variation of four body sizes in children of different ethnic groups at birth differs from that for 12 months of age. The stability of the growth channel for body height and weight is fixed only at 6 months and later, whereas the girth dimensions (head and chest girths) do not show a similar pattern in any of the examined ages. The scale of intergroup differences in body height and weight increases from birth to 12 months from one sigma to two sigma, and in head and chest girths, on the contrary, decreases. The analysis of the intergroup specificity of Russian infants of different territorial

groups revealed a great similarity in the growth dynamics of the body size of children growing up in different climatic and geographical conditions. Children developing in the most urbanized environment (Moscow and Murmansk) are characterized by high rates of growth in body height and weight during the infancy period in the case of the Moscow sample and stable acceleration in all considered sizes in the case of the Murmansk sample. The distressing conditions of extreme ecological "overload" in the Donetsk region determine the significant lag of Ukrainian children in this region from other samples in the growth rates of total body sizes. Thus, the intergroup specificity of somatic status is formed gradually during the infant period of ontogenesis. Age-related changes in body height and weight, on the one hand, and head and chest girths, on the other, occur heterochronously [Gorbacheva, 2015].

Similar work is being carried out in other regions of our country. Thus, the analysis of the influence of the quality of the natural environment on the physical development of newborn children born in 1987 and 2007 in Mendeleevsk suggests that the trends of secular changes in the indicators of physical development of the studied groups of newborn children are diverse and are due to the complex action of environmental and socio-economic factors. The authors postulate that in small towns (with a population of less than 50 thousand, as in Mendeleevsk), the influence of environmental conditions on the physical development and health of newborns is determined by both the level of environmental pollution and the solvability of socio-economic, demographic issues of city residents, as well as the level of healthcare [Chernysheva, Islamova, 2014].

As for the study of secular aspects of growth processes, the analysis of samples of all ethnic groups characterizing the status of physical development of newborns and infants throughout the Soviet and post-Soviet space, presented in the form of scattering diagrams, confirmed the acceleration of skeletal development of children at the start of ontogenesis, characteristic of both sexes in different periods of ontogenesis, with simultaneous temporal stability of body weight. The different direction of the temporal dynamics of the breast circumference in newborns and infants is also shown. As for head circumference in newborns from the 1950s to the

2000s, it decreases by 1.1–1.2 cm, which corresponds to the trend of narrowing of the pelvic diameter of mothers repeatedly noted in the literature. For 12-month-old children, there is a temporary stability of this size for 40 years from the 1950s to the 1990s. The secular lag in the growth of the head circumference of newborns is compensated by the end of the first year of life. The heterochronous temporal dynamics of different indicators of physical development of newborns and infants leads to a secular increase in the leptosomality of their physique. It is also shown that the secular dynamics of the increase in body height indicates a secular acceleration of skeletal development of children at the start of ontogenesis, characteristic of both sexes in different periods of ontogenesis: newborns (about 2 cm) and infants (3.8–4.7 cm). This trend is combined with the stability of the body mass index in children of both sexes in the neonatal period and infancy, indicating a temporary increase in the leptosomality of children at the start of ontogenesis. The different direction of the secular dynamics of the chest circumference in newborns and infants is shown. In newborns from the 1950s to the 2000s, the head circumference decreases by 1.1–1.2 cm, which corresponds to the trend of narrowing of the pelvic diameter of mothers repeatedly noted in the literature. For 12-month-old children, there is a temporary stability of this size for forty years from the 1950s to the 1990s [Borovkova et al., 2012; Fedotova, Gorbacheva, 2017].

Separately, it is worth noting a series of works devoted to the analysis of sexual dimorphism of newborns of the former USSR, and the subsequent comparison of the results obtained with data on modern children. As the main indicator, the Kullback distance is used – a value expressed in fractions of standard deviations. It is shown that the minimum variability of the indicator of sexual dimorphism among the body sizes of newborns belongs to body weight – the main object of stabilizing selection. The body height, the head and chest circumferences are characterized by higher rates of sexual dimorphism, which, in general, are not rigidly associated with either ethnic or environmental factors in a broad sense [Gorbacheva, Fedotova, 2015]. It is also shown that the ethnic factor makes a significant contribution to the formation of the intergroup

diversity of growth processes and sexual dimorphism patterns in infancy. Different ethnic groups in the same anthropoecological niche have both an unequal level of sexual dimorphism of each of the body sizes, and some ethno-specific features of the age dynamics of sexual dimorphism [Gorbacheva, Fedotova, 2022a]. To a certain extent, the variability of sexual dimorphism of the main body sizes also depends on the level of urbanization of the region of residence. The results of the analysis of 120 samples of newborns of each sex of the republics of the former USSR indicate that at the start of postnatal ontogenesis, the value of sexual dimorphism varies slightly and for most body sizes is almost unchanged at the level of 0.3 sigma, regardless of the degree of urbanization of the place of residence or ethnicity of the groups. However, living conditions in million-plus cities are favorable for improving the physical status of male infants [Fedotova, Gorbacheva, 2021].

A similar work carried out for 12-month-old children, taking into account the influence of exogenous factors of various nature on sexual dimorphism, allows us to conclude that 4 factors can be identified, collectively describing 79% of the variability of the parameters of the ecological niche of the place of residence. The dominant characteristic of the urban ecological niche is the variable population. The fact of the dominant role of the population in the formation of the somatic status of one-year-olds is confirmed by a change in the direction of the relationship of sexual dimorphism with such factors as the level of wastewater pollution, the amount of emissions into the atmosphere when excluding megacities from the sample. Correlations of sexual dimorphism of the body size of one-year-olds with the most informative environmental factors based on the results of factor analysis turned out to be unreliable, however, an assessment of their sign for a number of pairs of signs showed that height-weight indicators are more eco-sensitive in girls, girth sizes in boys. As the authors point out in their analysis, for the adult populations, the literature shows gender-differentiated phenotypic plasticity of a significant level, in particular, disproportionately high plasticity of fat deposition in the female sex and disproportionately high plasticity of lean mass in the male [Wells, 2012]. The picture for samples of definitive age and for infants in this study is not

identical, however, the fact of different ecosensitivity by gender is confirmed at the start of postnatal ontogenesis [Gorbacheva, Fedotova, 2022b].

The form of the dynamics of the level of sexual dimorphism of somatic parameters is an informative indicator of the heterogeneity of the infant period of ontogenesis. The quantitative level of sexual differences also indicates heterogeneity and a well-known substantial alternative of indicators of skeletal development and fat deposition. The sign of these differences indicates gender differentiation of growth strategies in infancy – more intensive skeletal development in boys and more intensive accumulation of fat deposition in girls [Gorbacheva, Fedotova, 2021]. As for the secular variability of sexual dimorphism, in this case, the analysis of the data of Moscow 12-month-old children from the 1930s to the 2010s showed the existence of timeless and suprapopulation growth mechanisms, in particular, an increase in sexual dimorphism of all body sizes without exception in the first trimester. At the same time, the intergroup differentiation of body size dimorphism is minimal at the start of postnatal ontogenesis. The nonlinearity of the dynamics of its level for the studied body sizes during the first year of life is confirmed. The most significant quantitative indicator of secular processes, obtained on the materials of several series of data from infants in Moscow, is sexual dimorphism in body height [Gorbacheva, Fedotova, 2022c].

### Conclusion

Studies of the considered period of ontogenesis from the point of view of both their organization and implementation represent one of the most urgent problems not only of auxology, but also of anthropology as well. Despite the difficulties that arise, Russian anthropologists are continuously working in this area, and the results obtained allow us to conclude about their relevance, the possibility and even the need to establish interdepartmental and interdisciplinary contacts in this area.

### Acknowledgments

The Lomonosov Moscow State University supported work, project No. AAAA19-119013090163-2 “Anthropology of Eurasian populations (biological aspects)”.

The author expresses deep sincere gratitude to all colleagues who devote their scientific research to the problems of growth and development of children and adolescents.

### References

- Araos M., Austin S.E., Berrang-Ford L., Ford J.D. Public Health Adaptation to Climate Change in Large Cities: A Global Baseline. *Int. J. Health Serv.*, 2016, 46 (1), pp. 53–78. DOI: 10.1177/0020731415621458.
- Batsevich V.A. *Tempy vozrastnoy izmenchivosti skeleta v sovremennykh populyatsiyakh cheloveka (antropoekologicheskiye aspekty)* [The rate of age-related variability of the skeleton in modern human populations (anthropoecological aspects)]. Dissertation PhD in Biology. Moscow, 2022. 218 p. (In Russ.).
- Borovkova N.P., Gorbacheva A.K., Fedotova T.K., Chtetsov V.P. Newborn body indices variety in different ethno-territorial groups. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2012, 3, pp. 56–71. (In Russ.).
- Borovkova N.P., Yampolskaya Y.A., Fedotova T.K. Physical development dynamics of newborns in Moscow, pubescence rate and age of primiparae (1950<sup>th</sup> – 2010<sup>th</sup>). *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2012, 2, pp. 103–110. (In Russ.).
- Chernysheva F.A., Islamova N.M. Secular changes of the physical development of newborn children in the industrial city. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2014, 4, pp. 52–61. (In Russ.).
- Fedotova T.K., Borovkova N.P. M.V. Lomonosov's thoughts «On the increase of Russian people ... particularly concerning the newborn preservations» and monitoring of the newborns nowadays. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2011, 3, pp. 120–135. (In Russ.).
- Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Percentile growth standards of physical development of modern Moscow infants. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2015, 1, pp. 123–131. (In Russ.).
- Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Somatic development of Moscow children of the early age in the context of secular dynamics. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2016, 2, pp. 39–48. (In Russ.).
- Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Physical development of infants and newborns of Russian cities: secular dynamics. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2017, 2, pp. 26–38. (In Russ.).
- Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Variability of sexual dimorphism of main anthropometric dimensions of newborns in connection with the degree of urbanization. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2021, 2, pp. 21–34. DOI: 10.32521/2074-8132.2021.2.021-034. (In Russ.).
- Fedotova T.K., Gorbacheva A.K., Sukhova A.V. Some factors of variation of body dimensions of infants. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2012, 1, pp. 84–91. (In Russ.).

- Fedotova T.K., Deryabin V.E., Gorbacheva A.K. Some regularities of growth processes of infants. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2010, 1, pp. 22–35. (In Russ.).
- Fiziologiya rosta i razvitiya detej i podrostkov (teoreticheskie i klinicheskie voprosy)* [Physiology of growth and development of children and adolescents (theoretical and clinical issues)]. Eds. A.A. Baranov, L.A. SHCHeplyagina. M.: GEOTAR-Media, 2006. 464 p. (In Russ.).
- Godin P. Manuel d' Anthropologie Pedagogique: basel sur l' anatomophysiologie de la croissance method auxologique. Paris: Delachaux & Niestle, 1919.
- Godina E.Z. Some problems of modern auxology and their studies at Institute and Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State University: a review. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2010, 3, pp. 4–15. (In Russ.).
- Gorbacheva A.K. The peculiarities of growth processes of infants in different ecological conditions. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2015, 2, pp. 52–63. (In Russ.).
- Gorbacheva A.K., Fedotova T.K. Ethno-territorial and temporal diversity of the sexual dimorphism of the body dimensions of the newborn. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2015, 4, pp. 34–41. (In Russ.).
- Gorbacheva A.K., Fedotova T.K. Spatial variability of physical development indices of Russian infants in connection with the climatic and geographical factors. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2017, 3, pp. 44–55. (In Russ.).
- Gorbacheva A.K., Fedotova T.K. Diversity of main anthropometric traits of infants and early age children in connection with anthropogenic factors. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2018, 1, pp. 18–36. DOI: 10.32521/2074-8132.2018.1.018-036. (In Russ.).
- Gorbacheva A.K., Fedotova T.K. Age variability of sexual dimorphism of body dimensions in infancy (based on Moscow sample of 1970s). *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2021, 4, pp. 47–58. DOI: 10.32521/2074-8132.2021.4.047-058. (In Russ.).
- Gorbacheva A.K., Fedotova T.K. Intergroup variability of age dynamics of sexual dimorphism of body dimensions in infancy in connection with ethnic factor. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2022a, 2, pp. 17–29. DOI: 10.32521/2074-8132.2022.2.017-029. (In Russ.).
- Gorbacheva A.K., Fedotova T.K. Sexual dimorphism of body dimensions variability in connection with ecological factors in infant period of ontogenesis. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2022b, 3, pp. 17–26. DOI: 10.32521/2074-8132.2022.3.017-026. (In Russ.).
- Gorbacheva A.K., Fedotova T.K. Sexual dimorphism as the indicator of microevolution dynamics of somatic status (based on infant data). *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2022c, 1, pp. 54–64. DOI: 10.32521/2074-8132.2022.1.054-064. (In Russ.).
- Hrisanfova E.N. *Konstituciya i biohimicheskaya individual'nost' cheloveka* [Human constitution and biochemical individuality]. M.: Izd-vo MGU, 1990, 153 p. (In Russ.).
- Martynenko T.S. Lifestyle diseases: Health in the contemporary city. *RUDN Journal of Sociology*, 2021, 1, pp. 18–35. (In Russ.).
- Nikityuk B.A. Konstituciya cheloveka [The Human Constitution]. In *Itogi nauki i tekhniki. Seriya: Antropologiya* [Results of science and technology. Series: Anthropology]. M.: VINITI, 1991, 4, 151 p. (In Russ.).
- Parfent'eva O.I., Bondareva E.A., Makarova L.V., Paranicheva T.M., Son'kin V.D. Factors affecting the motor development of 5-to-10 years old children. *Russian Journal of Physical Anthropology*, 2022, 1, pp. 7–34. DOI: 10.33876/2782-500/2022-1-1/7-34. (In Russ.).
- Permyakova E.YU., Negasheva M.A., Zimina S.N., Hafizova A.A., Yudina A.M., Sineva I.M. On the problem of intersystem correlations in modern anthropology: the relationship between the somatic and hormonal indicators in Moscow youth. *Vestnik Arheologii, Antropologii i Etnografii (Online)*, 2022, 1, pp. 158–170. DOI: 10.20874/2071-0437-2022-56-1-13. (In Russ.).
- Sheehan M.C., Freire M., Martinez G.S. Piloting a city health adaptation typology with data from climate-engaged cities: Toward identification of an urban health adaptation gap. *Environ Res.*, 2021, 196, p.110435. DOI: 10.1016/j.envres.2020.110435.
- Tanner J.M. Growth from birth to two: a critical review. *Acta Med. Auxol.*, 1994, 1, pp. 1–51.
- Tanner J.M., Lejarraga H., Turner G. Within-family standards for birth weight. *The Lancet*, 1972, 2, pp. 193–197.
- Vershubskaya G.G., Kozlov A.I. Birth weight relation to social and biological factors. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2020, 2, pp. 108–112. DOI: 10.32521/2074-8132.2020.2.108-112. (In Russ.).
- Vlastovskij V.G. *Akseleraciya rosta i razvitiya detej* [Acceleration of children's growth and development]. M., 1979. 279 p. (In Russ.).
- Wells J.C., Saunders M.A., Lea A.C., Cortina-Borja M., Shirley M.K. Beyond Bergmann's rule: Global variability in human body composition is associated with annual average precipitation and annual temperature volatility. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2019, 170 (1), pp. 75–87. DOI: 10.1002/ajpa.23890.

#### Information about author

Permiakova Ekaterina Yurievna, PhD,  
ekaterinapermyakova@gmail.com,  
ORCID 0000-0002-6490-4004.

**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ АУКСОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ ДЕТЕЙ ОТ РОЖДЕНИЯ ДО 3 ЛЕТ  
В МОСКОВСКОЙ ШКОЛЕ АНТРОПОЛОГИИ  
(ПО МАТЕРИАЛАМ СТАТЕЙ В «ВЕСТНИКЕ МОСКОВСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА. СЕРИЯ XXIII. АНТРОПОЛОГИЯ»  
ЗА ПОСЛЕДНИЕ 14 ЛЕТ)**

**Введение.** Настоящее исследование носит комплексный характер и посвящено оценке основных направлений развития ауксологии в отечественной антропологии. В значительной степени данная работа является продолжением обзора деятельности лаборатории ауксологии НИИ и Музея антропологии МГУ [Godina, 2010]. В то же время, более детально рассматриваются и описываются основные направления работы не только непосредственно лаборатории ауксологии, но и других рабочих групп НИИ и Музея антропологии МГУ имени М.В. Ломоносова, кафедры антропологии Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, а также иных академических учреждений.

**Материалы и методы.** Конкретно в данной части работы в качестве источника информации использованы статьи, посвященные комплексной оценке процессов роста и развития детей от рождения до 3 лет, которые были опубликованы в «Вестнике Московского университета. Серия XXIII. Антропология» с 2009 по 2022 г.

**Результаты и обсуждение.** Исследования, проведенные в данной области, затрагивают большое количество аспектов физического развития в грудном возрасте и раннем детстве – так, на представительных выборках анализируются факторы, влияющие на данные процессы (эволюционные, климато-географические, этнические и генетические факторы, конституциональные особенности матерей, обстоятельства внутриутробного роста). Отдельного внимания заслуживают работы по оценке в сравнительном и секулярном аспектах ростовых процессов и показателей полового диморфизма детей до 3 лет стран бывшего СССР.

**Заключение.** Несмотря на сложности в работе с достаточно специфичным контингентом, факт наличия данных работ вкупе с полученными результатами позволяет сделать заключение о том, что данный этап онтогенеза в работах отечественных антропологов представлен в значительной степени, что дает возможность использовать эти данные как в области междисциплинарных, так и межведомственных исследований.

**Ключевые слова:** биологическая антропология; популяции человека; ауксология; грудной период онтогенеза; раннее детство; рост и развитие; морфология человека

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-23-15-1-1 (LJA)

**Информация об авторе**

Пермякова Екатерина Юрьевна, к.б.н.,  
ekaterinapermyakova@gmail.com, ORCID 0000-0002-6490-4004.

Поступила в редакцию 15.12.2022,  
принята к публикации 04.01.2023.



Калюжный Е.А.<sup>1)</sup>, Горбачева А.К.<sup>2)</sup>, Федотова Т.К.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России, пл. Минина и Пожарского, д.10/1, Нижний Новгород, 603005, Россия

<sup>2)</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии, ул. Моховая, д. 11, Москва, 125009, Россия

## К ВОПРОСУ О МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОМ СТАТУСЕ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ В СВЯЗИ С ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

**Введение.** Рассматривается морфофункциональный (МФ) статус школьников Нижегородской области в связи со степенью урбанизации и уровнем антропогенной нагрузки в четырех контрастных экологических кластерах с удовлетворительной (1), относительно напряженной (2), напряженной (3) и критической экологической обстановкой.

**Материал и методы.** В 2010–2012 гг. обследовано более 5 тысяч школьников 7–17 лет сел и малых городов области. Программа обследования включает длину и массу тела, ИМТ, обхват груди, ЖЕЛ, систолическое и диастолическое артериальное давление, определение типа конституции по Штефко-Островскому. Для каждого из экологических кластеров рассчитаны абсолютные и нормированные значения МФ показателей, также для оценки достоверности различий средних показателей признаков с непрерывной изменчивостью в связи с экологической ситуацией проведен дисперсионный анализ с последующими множественными сравнениями по Шеффе. Рассчитаны частоты (%) встречаемости типов конституции для каждой из экологических групп, неслучайность распределения частот проверена с использованием критерия Хи-квадрат Пирсона. Проведена сравнительная оценка габаритных соматических размеров сельских детей области и детей г. Нижнего Новгорода (литературные данные).

**Результаты.** Показано акцелерирующее влияние умеренного уровня антропогенного стресса (кластеры 2 и 3) на показатели поперечного развития тела (масса, ИМТ, обхват груди) и ЖЕЛ допубертатных (9 лет) детей обоего пола. Выявлено децелерирующее влияние критического уровня стресса (кластер 4) на показатели поперечного развития тела детей в возрасте пубертатного ускорения роста (13 лет). Не обнаружено существенных различий в частоте распределения типов конституции в контрастных экологических кластерах. Показана некоторая грацилизация городских мальчиков допубертатного возраста сравнительно с сельскими. Показана некоторая макросоматизация городских девочек 7–13 лет по весоростовым показателям в сочетании с незначительной узкосложенностью (уменьшением обхвата груди) в 15 лет на фоне сельских девочек. К 16–17 годам описанные различия в значительной степени нивелируются.

**Заключение.** Эффект антропоэкологических взаимодействий зависит от уровня антропогенного стресса, возраста и пола обследуемого контингента и системы рассматриваемых МФ признаков. Длина тела в нашем случае в меньшей степени чувствительна к возрастанию уровня антропогенной нагрузки, чем масса и ИМТ. Экочувствительность девочек в целом несколько ниже, чем мальчиков.

Ключевые слова: средовые воздействия; биологическая антропология; аукология; дети 7–17 лет; соматотип; возрастная изменчивость; урбанизация; уровень антропогенного стресса

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-23-15-1-2 (LJA)

## Введение

В связи с рядом негативных последствий активной антропогенной деятельности современного человека особую актуальность приобретает мониторинг процессов роста и развития детей и подростков и изучение механизмов адаптации в экологически неблагоприятных условиях, что инициировало возникновение отдельного направления исследований – эколого-возрастной физиологии. Изучение адаптационных механизмов роста в разных по степени экстремальности антропогенных и климатогеографических условиях входит в круг приоритетных фундаментальных медико-биологических научных исследований ближайших десятилетий.

К настоящему моменту в научно-прикладной литературе накопился значительный блок работ, рассматривающих реакцию растущего организма на неблагоприятные экологической обстановки [Fitzgerald et al., 1998; Schell et al., 2006, 2009; Schell, 2018], в том числе в разных регионах России с неблагоприятными условиями среды — Республика Саха (Якутия) [Самсонова, 2012], Республика Мордовия [Щанкин, 2013], Магаданская область и Чукотский АО [Вдовенко, 2017; Аверьянова, 2021], Среднее Приобье [Соколов, 2003], Ростовская область [Половко, 2009], Юго-Восточный Алтай [Шестернина, 2003]. В районах антропогенного химического загрязнения и климатического риска Республики Бурятия [Демидова, 2011] отмечается тенденция к грацилизации детского населения, сопровождающейся развитием соматической диспропорции вследствие отставания показателей массы тела от длины тела. Наиболее уязвимой частью детской выборки являются девочки и девушки сельской местности, где число индивидуумов с низким уровнем физического здоровья возрастает до 36-52,1 %; уменьшение энергетического резерва системы кровообращения проявилось в достоверно большем количестве детей с низким уровнем индекса Руффье и жизненной емкости легких.

У детей 7–17 лет коренного и пришлого населения Приамурья, пришлого населения Якутии [Учакина, 2006] выявлено замедление темпов физического развития (в сравнении с девочками-якутками); выраженная грацилизация параметров физического развития отмечена у

пришлого городского населения, дисгармоничность ФР у коренного и пришлого населения определяется разными параметрами и зависит от пола ребенка.

Экологическая обстановка Республики Адыгея [Ожева, 2012], характеризующаяся в том числе дефицитом фтора и йода в воде и пище, повышенным содержанием железа и марганца в потребляемой воде, дисбалансом между потребляемыми в пищу ингредиентами, способствует резкому увеличению в последние годы среди подросткового населения алиментарно-зависимых заболеваний, заболеваний легких, почек, костно-мышечной системы, щитовидной железы; наиболее резкий подъем заболеваемости сердечно-сосудистой системы в (2,3 раза) отмечен в переходный период от подросткового к зрелому возрасту.

Комплексная эколого-гигиеническая оценка состава среды в Брянской области указывает на статистически достоверные отличия популяционных цитогенетических реакций, физического развития, состояния щитовидной железы, состава периферической крови детей 7–9 лет и структуры первичной заболеваемости всеми классами болезней и всеми формами злокачественных новообразований детей 0–14 лет, проживающих на экологически неблагоприятных, радиационно-изолированных, высокотоксичных и комбинированных радиационно-токсических территориях области [Корсаков, 2012].

В объективе настоящей работы находится оценка МФ статуса детей школьного возраста 7–17 лет Нижегородской области. Нижегородская область – одна из самых индустриальных областей России, промышленность является самым мощным загрязнителем окружающей среды, всех ее компонентов. Существование тесной взаимосвязи между геохимическим состоянием местности и здоровьем населения привело к необходимости экологического нормирования территории, один из критериев которого – шкала опасности почв по суммарному показателю загрязнения тяжелыми металлами. На территории области, включающей разнообразные ландшафты (возвышенное правобережье и низинное левобережье) и зоны, отличающиеся по уровню антропогенной трансформации, проведена оценка степени экологического неблагополучия

районов проживания по «индексу антропогенной нагрузки» (Jan) [Басуров, 2002; 2013; Гелашвили с соавт., 2003]. Показатель учитывает основные факторы, деформирующие окружающую среду, и характеризует состояние социоэколого-экономических систем. По значению индекса антропогенной нагрузки районы Нижегородской области разделены на 4 кластера: *кластер А* – относительно удовлетворительная экологическая ситуация,  $Jan < 0,6$ ; *кластер В* – умеренно напряженная экологическая ситуация,  $0,6 < Jan < 1,1$ ; *кластер С* – напряженная экологическая ситуация,  $1,1 < Jan < 1,7$ ; *кластер D* – критическая экологическая ситуация  $Jan > 1,7$

В задачу собственной работы входит оценка физического статуса школьников Нижегородской области 7–17 лет, сельской местности и малых городов области, в связи с уровнем антропогенной нагрузки территории проживания.

### Материал и методы

Выборка охватывает 5137 детей обоего пола 7–17 лет. Материал собран врачами-педиатрами и научными сотрудниками физиологами при участии медицинского персонала школ в 21 районе Нижегородской области, в 2010–12 годах при непосредственном участии и руководстве Е.А. Калюжного. В рассмотрение вошли следующие наиболее часто встречающиеся в аукологических работах морфофункциональные (МФ) показатели: длина тела (ДТ) и масса тела (МТ), обхват груди (ОГК), индекс массы тела (ИМТ), систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление, жизненная емкость легких (ЖЕЛ); частота типов конституции по схеме Штефко-Островского [Штефко, Островский, 1929], адаптированной С.С. Дарской [Дарская, 1975]. Разбиение данных по степени экологического неблагополучия региона проживания осуществлялось с использованием индекса антропогенной нагрузки [Гелашвили с соавт., 2003]: кластер 1 – относительно удовлетворительная экологическая ситуация; кластер 2 – умеренно напряженная экологическая ситуация; кластер 3 – напряженная экологическая ситуация; кластер 4 – критическая экологическая ситуация (таблица 1). Численность выборок 16- и 17-летних детей при разбиении

массива данных на экологические кластеры оказалась незначительной, в связи с отсутствием репрезентативности эти возраста в данном контексте в работе не обсуждаются. Для каждого экологического кластера рассчитана а) динамика частоты встречаемости (в %) типов конституции на возрастном интервале 7–15 лет; б) стандартные статистические показатели ( $M \pm S$ ) для каждого отдельного признака, а также нормированные значения этих признаков: нормированные разности  $Z_i = (M_i - M_0) / S$  средних арифметических величин признаков в серии данных по детям, проживающим в экологических кластерах 2–4 ( $M_i$ ) от значений, полученных для детей, проживающих в кластере 1 ( $M_0$ ). Для нормировки использовались единые усредненные для каждой половозрастной группы значения средних квадратических отклонений признаков ( $S$ ). Таким образом, нулевой уровень соответствует значениям кластера 1, другие серии данных имеют знак «+» или «-» в зависимости от характера соматической динамики детей разных экологических зон. Выражение признаков в долях средних квадратических отклонений обеспечивает их полную сравнимость вне зависимости от их размерности, абсолютной величины, степени внутригрупповой вариабельности, и позволяет решить вопрос о степени достоверности МФ различий – случайная величина нормированных различий при объемах выборок в пределах 100 наблюдений имеет уровень примерно 0,2–0,3 [Дерябин с соавт., 2006]. Кроме того, при решении вопроса о влиянии экологической ситуации на распределение соматотипов применялся критерий Хи-квадрат Пирсона, а для оценки аналогичного влияния на величину признаков с непрерывной изменчивостью использовался дисперсионный анализ с последующими множественными сравнениями по Шеффе.

**Таблица 1. Численность групп, относящихся к разным экологическим кластерам (1-4)**

**Table 1. Size of groups from different ecological clusters (1-4)**

Экологический кластер	N, мальчики	N, девочки
1	593	703
2	411	580
3	1011	1064
4	376	399

Для оценки влияния степени урбанизации на МФ показатели детей в процессе роста привлечены литературные данные по физическому развитию детей Нижнего Новгорода [Богомолова с соавт., 2013].

### Результаты

На рисунке 1 (1а, 1в, 1с) представлена годовая возрастная динамика частоты типов конституции по Штефко-Островскому у мальчиков для трех экологически контрастных кластеров (1, 2, 3). Помимо прочего, численность возрастных групп в кластере 4 мала, и частота типов конституции в ней не может считаться информативной. Обсуждаемая динамика не имеет выраженных систематических различий (во всех трех зонах доминирует торакальный тип конституции), но характеризует наиболее общие закономерности МФ дифференцировки растущего организма. Обращает на себя внимание альтернативная динамика частоты типов конституции мышечного (М) и дигестивного (Д), наиболее выраженная в кластере 2 у мальчиков: максимальные значения Д типа в 10 лет на фоне минимальных М типа, одновременно на краях возрастного ряда в 7 и 15 лет частота М типа максимальна, а частота Д типа существенно меньше, чем в 10 лет. Отметим, что критические периоды изменения соматотипов у детей обоего пола приходятся именно на 9-10 лет, а ведущую роль в биологическом созревании мальчиков играет как раз мышечный компонент [Панасюк, 2005, 2008]. Частота астеноидного типа увеличивается в кластерах 1–3 к 14 годам, далее падает к 15 годам, что также отражает классический алгоритм возрастной изменчивости этого соматотипа у мальчиков [Панасюк, 2008]. Картина у девочек в целом повторяет картину у мальчиков: во всех трех кластерах доминирует торакальный тип конституции, возрастная динамика мышечного и дигестивного типа находятся в противофазе, только частота астеноидного монотонно увеличивается фактически от нулевой отметки в 7 лет до 20% к 15 годам. Влияние экологической ситуации на распределение соматотипов было изучено с использованием критерия Хи-квадрат Пирсона.

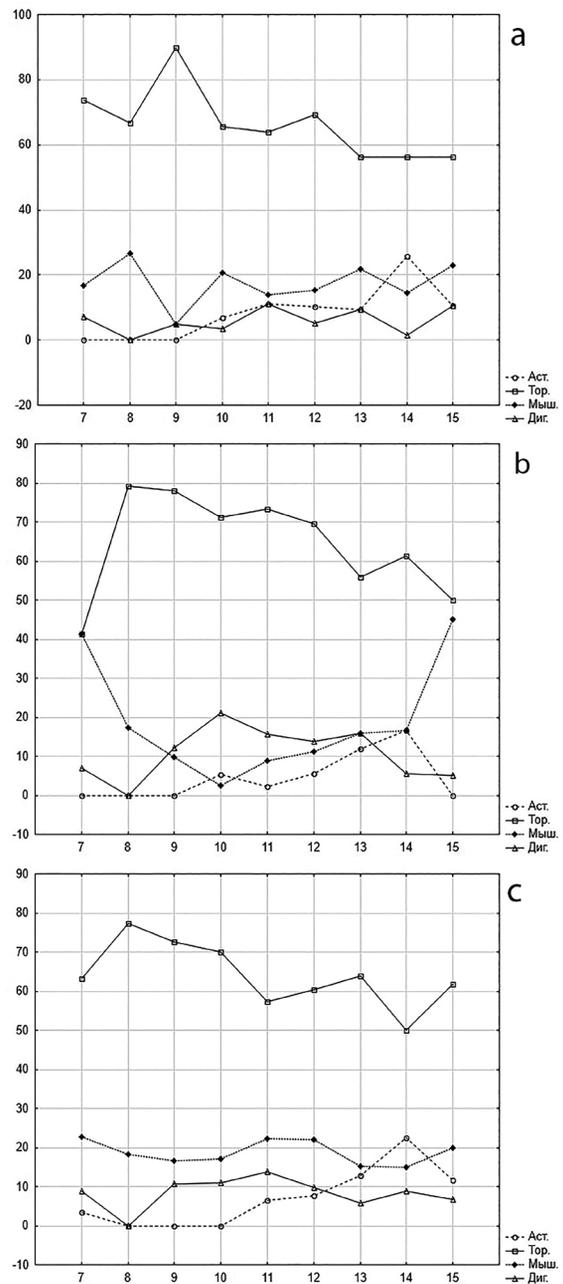


Рисунок 1а-с. Возрастная динамика процентного соотношения соматотипов у мальчиков 7-15 лет в условиях удовлетворительной (а), умеренно напряженной (б) и напряженной (с) экологической ситуации. По оси X – возраст в годах, по оси Y – проценты  
Figure 1a-c. Age dynamics of percentage ratio of somatotypes of boys aged 7-15 years in satisfactory (a), moderately tense (b) and tense (c) ecological conditions. Axis X – age in years, axis Y – percents

Ожидаемого эффекта увеличения числа крайних типов конституции в районах с более напряженной экологической обстановкой установить не удалось, хотя на этот факт указывает ряд медико-экологических работ [Учакина, 2006; Половко, 2009; Чирятьева, 2001], иллюстрируя фундаментальную закономерность увеличения морфологической изменчивости популяции в условиях стресса.

Достоверные различия в распределении частот выявлены лишь для 2 из 18 половозрастных групп. Однако при рассмотрении всего массива данных без разбиения на отдельные возрасты выявлены статистически значимые различия частот соматотипов по разным экологическим группам для мальчиков (критерий хи-квадрат =16,07, df =6, P =0,01); последующий анализ показал, что в группах 2 и 3 дигестивный соматотип встречается достоверно чаще (12,93% и 10,12% соответственно) чем в группе 1 (6,3%).

Далее рассматривается дифференциация отдельных МФ показателей детей в связи с уровнем антропогенной нагрузки места жительства. Формат статьи не позволил подробно рассмотреть антропоэкологические связи в каждой годовой возрастной группе, поэтому акцент при описании результатов статистических анализов

сделан на три контрастные по биологическому содержанию и уровню экочувствительности возраста: 9 лет – примерно середина периода второго детства, относительно «нейтральный» возраст; 13 лет – подростковый период, возраст пубертатного ускорения роста; 15 лет – окончание подросткового периода, замедление темпов роста, завершение полового созревания. Возраст 17 лет (юношеский период) недостаточно численно представлен для данного конкретного экологического анализа (см. Материал и методы).

В таблице 2 приведены абсолютные и нормированные значения отдельных МФ показателей для мальчиков 9 лет. Значения длины тела незначительно различаются по экологическим кластерам, о чем свидетельствует величина нормированных разностей средних от 0,07 до -0,14. Для массы тела, ИМТ, обхвата груди и ЖЕЛ на фоне умеренного увеличения уровня антропогенной нагрузки для кластеров 2 и 3 сравнительно с кластером 1 величины показателей значительно возрастают, и уровень нормированных различий составляет в среднем 0,45–0,75, что свидетельствует о достоверном увеличении показателей, описывающих поперечное развитие тела и респираторную систему. В кластере 4 на фоне критического дистрессового уровня антропогенной нагрузки это «преимущенно»

**Таблица 2. Средние значения и нормированные разности (в долях усредненных сигм от уровня кластера 1) основных соматических и функциональных показателей мальчиков 9 лет Нижегородской области, проживающих в условиях различной по степени неблагоприятности (от 1 до 4) экологической обстановки**

**Table 2. Means and normalized differences (in fractions of averaged standard deviations from the level of cluster 1) of basic somatic and functional parameters of boys aged 9 years from Nizhny Novgorod region, living in conditions with different degree of unfavorability (1–4)**

Признаки	1 (N=39)	2 (N=44)	3 (N=135)	4 (N=43)
ДТ/ ДТСт	134,40±5,99 0	134,86±6,95 0,07	134,07±6,72 -0,05	133,49±6,57 -0,14
МТ/ МТСт	28,41±4,54 0	32,65±6,66 0,60	32,56±7,82 0,59	29,51±5,84 0,16
ОГК/ ОГКСт	63,49±4,20 0	67,30±7,34 0,58	66,86±7,19 0,51	64,93±4,50 0,22
ИМТ/ ИМТСт	15,70±2,02 0	17,87±2,84 0,73	17,94±3,20 0,75	16,45±2,27 0,25
САД/ САДСт	100,72±10,37 0	102,05±10,63 0,13	103,24±9,30 0,24	98,16±12,84 -0,25
ДАД/ ДАДСт	68,05±9,83 0	67,32±8,60 -0,08	68,53±8,85 0,05	65,88±8,40 -0,24
ЖЕЛ/ ЖЕЛСт	1752,31±286,62 0	1918,18±261,41 0,58	1880,96±300,92 0,45	1832,33±240,83 0,28

ство» исчезает и показатели поперечного развития тела возвращаются вновь к уровню кластера 1. Значения САД и ДАД недостоверно варьируют в связи с усилением уровня антропогенной нагрузки, как и в случае с длиной тела можно фиксировать только скромную тенденцию к уменьшению значений показателей для экологического кластера 4. Закономерности изменчивости для девочек 9 лет аналогичны, но выражены в меньшей степени. В частности, величина ИМТ в кластерах 2 и 3 составляет 0,27–0,44 сигмы сравнительно с 0,73–0,75 у мальчиков. Показатели ЖЕЛ, в отличие от мальчиков, не меняются практически от кластера к кластеру.

В таблице 3 представлена аналогичная картина для мальчиков 13 лет. В таблице практически все нормированные значения МФ показателей имеют отрицательный знак для кластеров 2–4, хотя их абсолютная величина в большинстве случаев не позволяет говорить о достоверных различиях. Это означает, что в подростковом возрасте на фоне ростового спурта уровень МФ показателей незначительно ниже при ухудшении экологической ситуации. О достоверных различиях можно говорить для случаев уменьшения массы тела (–0,41) и индекса массы тела (–0,46) в кластере 4 сравнительно с кластером 1. В таблице 4 представлена картина

для девочек 13 лет, которая в целом соответствует закономерностям, выявленным для мальчиков 13 лет: уменьшение уровней показателей поперечного развития тела (масса, ИМТ, обхват груди) в подвыборке 4 кластера.

Для 15-летних мальчиков (таблица 5) фактически не выявлено достоверных МФ различий по экологическим кластерам, отклонения показателей от нулевой отметки кластера 1 не превышают уровня 0,3 усредненных сигмы. Закономерности изменчивости для девочек аналогичны.

Полученные результаты были дополнительно проверены путем проведения дисперсионного анализа с последующими множественными сравнениями по Шеффе для вышеуказанных возрастов [Дерябин, 2007]. Наибольшее число достоверных результатов выявлено для 9-летних мальчиков – зависимость средней величины признака от экологической ситуации в регионе выявлена для всех показателей, кроме диастолического давления. Последующие попарные сравнения подтвердили результаты для массы тела, ИМТ и обхвата груди (таблица 6). Для 9-летних девочек дисперсионный анализ подтвердил зависимость от качества экологии лишь для ИМТ и обхвата груди, попарные сравнения подтвердили результат для последнего признака (таблица 6).

**Таблица 3. Средние значения и нормированные разности (в долях усредненных сигм от уровня кластера 1) основных соматических и функциональных показателей мальчиков 13 лет Нижегородской области, проживающих в условиях различной по степени неблагоприятности (от 1 до 4) экологической обстановки**

**Table 3. Means and normalized differences (in fractions of averaged standard deviations from the level of cluster 1) of basic somatic and functional parameters of boys aged 13 years from Nizhny Novgorod region, living in conditions with different degree of unfavorability (1–4)**

Признаки	1 (N=58)	2 (N=37)	3 (N=86)	4 (N=41)
ДТ/ ДТС <sub>т</sub>	158,70±8,65	157,61±9,87	154,94±9,02	157,33±8,36
	0	-0,12	-0,42	-0,15
МТ/ МТС <sub>т</sub>	51,30±12,17	48,17±11,98	47,28±12,57	46,11±13,10
	0	-0,25	-0,32	-0,41
ОГК/ ОГКС <sub>т</sub>	77,28±8,28	75,73±8,16	75,86±9,01	76,17±9,74
	0	-0,18	-0,16	-0,13
ИМТ/ ИМТС <sub>т</sub>	20,25±4,02	19,19±3,67	19,50±3,86	18,44±4,26
	0	-0,27	-0,19	-0,46
САД/ САДС <sub>т</sub>	112,31±12,10	110,68±12,04	111,20±10,52	112,10±10,20
	0	-0,15	-0,10	-0,02
ДАД/ ДАДС <sub>т</sub>	72,67±10,00	69,86±8,38	72,93±9,80	69,27±8,79
	0	-0,30	0,03	-0,36
ЖЕЛ/ ЖЕЛС <sub>т</sub>	2735,69±391,79	2654,86±487,18	2634,77±405,56	2630,73±391,56
	0	-0,20	-0,24	-0,25

Таблица 4. Средние значения и нормированные разности (в долях усредненных сигм от уровня кластера 1) основных соматических и функциональных показателей девочек 13 лет Нижегородской области, проживающих в условиях различной по степени неблагоприятности (от 1 до 4) экологической обстановки

Table 4. Means and normalized differences (in fractions of averaged standard deviations from the level of cluster 1) of basic somatic and functional parameters of girls aged 13 years from Nizhny Novgorod region, living in conditions with different degree of unfavorability (1–4)

Признаки	1 (N=77)	2 (N=81)	3 (N=92)	4 (N=42)
ДТ/	159,08±6,88	157,39±7,40	158,24±6,21	157,11±6,90
ДТС <sub>г</sub>	0	-0,25	-0,12	-0,29
МТ/	51,04±10,29	48,41±11,66	49,00±10,15	46,02±6,23
МТС <sub>г</sub>	0	-0,26	-0,20	-0,49
ОГК/	79,38±7,69	77,95±8,64	78,98±8,01	76,55±5,92
ОГКС <sub>г</sub>	0	-0,18	-0,05	-0,36
ИМТ/	20,08±3,42	19,48±4,26	19,51±3,43	18,69±2,69
ИМТС <sub>г</sub>	0	-0,17	-0,16	-0,39
САД/	111,57±9,10	109,21±10,32	113,66±10,49	110,24±12,83
САДС <sub>г</sub>	0	-0,22	0,20	-0,13
ДАД/	72,23±8,81	69,88±9,24	72,65±8,47	70,95±7,83
ДАДС <sub>г</sub>	0	-0,27	0,05	-0,15
ЖЕЛ/	2464,68±381,25	2458,64±406,30	2432,72±365,70	2367,86±365,41
ЖЕЛС <sub>г</sub>	0	-0,02	-0,08	-0,25

Таблица 5. Средние значения и нормированные разности (в долях усредненных сигм от уровня кластера 1) основных соматических и функциональных показателей мальчиков 15 лет Нижегородской области, проживающих в условиях различной по степени неблагоприятности (от 1 до 4) экологической обстановки

Table 5. Means and normalized differences (in fractions of averaged standard deviations from the level of cluster 1) of basic somatic and functional parameters of boys aged 15 years from Nizhny Novgorod region, living in conditions with different degree of unfavorability (1–4)

Признаки	1 (N=69)	2 (N=30)	3 (N=62)	4 (N=26)
ДТ/	171,07±9,03	170,13±7,17	170,05±7,27	170,60±8,89
ДТС <sub>г</sub>	0	-0,12	-0,13	-0,06
МТ/	58,45±11,00	59,24±11,23	59,13±11,42	56,47±15,28
МТС <sub>г</sub>	0	0,07	0,06	-0,17
ОГК/	81,99±7,45	82,90±5,37	82,31±6,38	83,46±9,49
ОГКС <sub>г</sub>	0	0,13	0,05	0,21
ИМТ/	19,87±2,83	20,40±3,30	20,34±3,07	19,21±4,08
ИМТС <sub>г</sub>	0	0,17	0,15	-0,21
САД/	114,07±11,80	112,97±13,00	114,39±13,23	117,69±16,20
САДС <sub>г</sub>	0	-0,08	0,02	0,28
ДАД/	73,03±9,27	70,07±7,51	73,06±8,67	73,92±11,36
ДАДС <sub>г</sub>	0	-0,32	0,00	0,10
ЖЕЛ/	3505,22±713,77	3617,33±626,09	3529,52±477,78	3339,23±879,92
ЖЕЛС <sub>г</sub>	0	0,17	0,04	-0,25

Для 13-летних детей дисперсионный анализ показал достоверность различий средних значений признаков в связи с экологией лишь для девочек и только для уровня диастолического давления, попарные сравнения по Шеффе значимость различий не подтвердили; столь же скромные результаты выявлены для 15-летних

детей – неслучайность различий по экологическим группам продемонстрирована для величины систолического и диастолического давления у девочек, последующие сравнения по Шеффе также не подтвердили в данном случае результат дисперсионного анализа.

**Таблица 6. Результаты множественных сравнений по Шеффе для размеров тела мальчиков и девочек 9 лет в связи со степенью неблагоприятности экологической обстановки (1-4). Знаком \* отмечены неслучайные парные различия.**

**Table 6. Results of Scheffe-test for body dimensions of boys and girls aged 9 years in connection with degree of unfavorability of ecology (1-4). Significant pair differences are marked with \***

Мальчики				
Градации	1	2	3	4
Масса тела				
1	–	0,053	0,013*	0,916
2	–	–	0,999	0,217
3	–	–	–	0,100
4	–	–	–	–
Индекс массы тела				
1	–	0,008*	0,000*	0,702
2	–	–	0,999	0,149
3	–	–	–	0,032*
4	–	–	–	–
Обхват груди				
1	–	0,069	0,043*	0,797
2	–	–	0,985	0,408
3	–	0,985	–	0,409
4	–	–	–	–
Девочки				
Градации	1	2	3	4
Обхват груди				
1	–	0,277	0,043*	0,998
2	–	–	0,935	0,459
3	–	–	–	0,143
4	–	–	–	–

Следующий раздел работы анализирует вклад фактора урбанизации в соматическую динамику растущего ребенка. Здесь используется тот же принцип анализа материала, что и при рассмотрении дифференциации МФ статуса в связи с уровнем антропогенного стресса по зонам, только в графической форме. На рисунке 2 представлена соотносительная возрастная динамика (на интервале 7–17 лет) весо-ростовых показателей сельских мальчиков Нижегородской области и городских мальчиков г. Нижнего Новгорода. На этом графике специального вида для каждой годовой группы приведены не ростовые кривые признаков, а нормированные разности  $Z_i = (M_i - M_0) / S$  средних арифметических величин длины и массы тела в серии данных по сельским детям ( $M_i$ ) настоящего исследования от значений для детей города ( $M_0$ ). Для нормировки использовались единые усредненные для

двух серий материалов значения средних квадратических отклонений признаков ( $S$ ). Таким образом, нулевой уровень каждого графика соответствует результатам обследования детей Нижнего Новгорода, а серия собственных данных размещается выше или ниже него в зависимости от характера соматической динамики детей города и области. Такие графики дают более наглядное представление о межгрупповых различиях по сравнению с традиционными ростовыми кривыми признаков, обычно приводимыми в аналогичных работах, на которых межгрупповые различия часто видны недостаточно отчетливо из-за их небольшой величины по сравнению с общими весьма значительными ростовыми изменениями. Нормированные разницы, будучи выражены в долях средних квадратических отклонений, сопоставимы для разных признаков, а случайная величина рассматриваемых нормированных различий при объемах выборок около 100 наблюдений имеет уровень примерно 0,2–0,3 среднего квадратического отклонения. Этот прием предложен для анализа материалов ростовых исследований В.Е. Дерябиным [Дерябин с соавт., 2006] и многократно использован впоследствии соавторами. Можно констатировать, что в возрасте 7–12 лет по длине тела сельские мальчики отстают от городских ровесников, особенно отчетливо и достоверно в возрасте 9–10 лет — на  $-0,35$  усредненной сигмы размера. А после 14 лет начинают стремительно догонять городских ровесников и даже незначительно обгоняют их к 17-ти годам. Отставание сельских детей от городских по массе тела меньше, чем по длине, колеблется на уровне  $-0,2$  усредненных сигмы размера в возрасте 7–14 лет, далее к 17-ти годам сельские мальчики догоняют городских по массе. Зафиксированная соотносительная динамика длины и массы позволяет говорить о несколько большей грацильности (лептосомности) городских мальчиков сравнительно с сельскими в допубертатном возрасте и нивелировании этих различий к возрасту 17 лет. На рисунке 3 представлена соотносительная динамика средней величины обхвата груди для сельских и городских детей; можно видеть, что показатель достоверно ниже у сельских мальчиков сравнительно с городскими на возрастном интервале

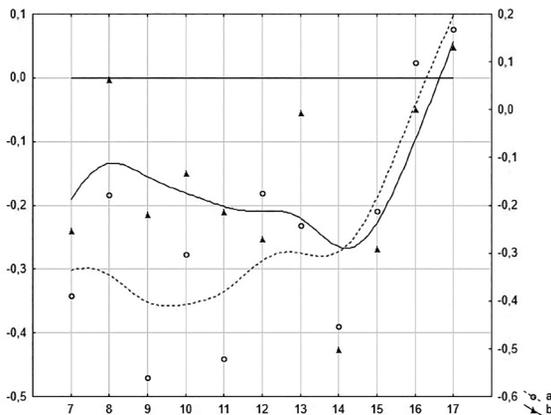
8–16 лет (менее, чем на 0,2 усредненных сигмы), и к 17-ти годам подтягивается к уровню городских мальчиков. Сельские девочки в возрасте 7–14 лет недостоверно отстают от городских сверстниц и по длине, и по массе тела на 0,1–0,2 усредненных сигмы размера, к 15–17 годам различия нивелируются; одновременно незначительно опережают городских ровесниц по обхвату груди (рис. 3) во всех возрастах, а в возрасте 15 лет различия достигают уровня 0,3 сигмы.

## Обсуждение

Работа дополняет картину результатов мониторинга физического статуса детей и молодежи в Нижегородской области. Ранее было показано некоторое отставание в показателях физического развития студенческой молодежи области сравнительно с российскими мегаполисами (Москва, Санкт-Петербург) [Михайлова с соавт., 2016], Определен вектор секулярной динамики МФ развития сельских школьников и зафиксирована разнонаправленность возрастнo-половой

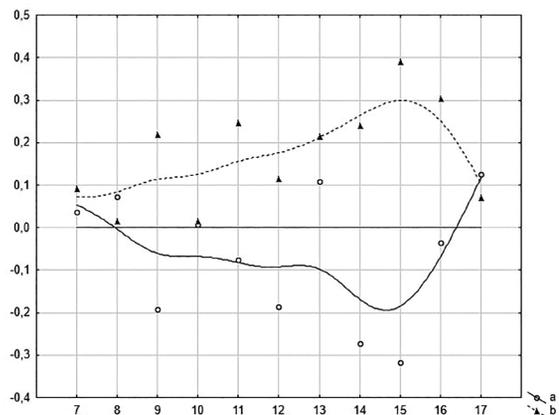
динамики функциональных показателей сельских и городских детей области при отсутствии значимых различий по габаритным соматическим размерам [Михайлова, 2014]. Показаны внутригрупповые различия темпов МФ дифференцировки в связи с типом конституции [Калужный, 2019]. Рассмотрена связь погодовой возрастной динамики соматических и функциональных характеристик сельских школьников со степенью экологического неблагополучия региона проживания [Калужный с соавт., 2014]: показано незначительное разнонаправленное влияние экологической обстановки на темп биологического развития, МФ показатели и адаптационные возможности детей и подростков, проживающих в сельской местности.

Что касается влияния степени урбанизации на ростовые процессы, то классические противопоставления МФ статуса детей города и села были и остаются довольно многочисленны [Година с соавт., 2019; Бацевич с соавт., 2020; Боом, 2021]. Здесь напомним, что алгоритм исследования, рассматривающий город – село как



**Рисунок 2.** Возрастная динамика нормированных разностей средних значений длины (левая ось Y, a) и массы тела (правая ось Y, b) мальчиков 7–17 лет (ось X – возраст в годах) из сельских районов Нижегородской области относительно ровесников своего пола, проживающих в Нижнем Новгороде (нулевой уровень)

**Figure 2.** Age dynamics of normalized differences of means of height (left axis Y, a) and weight (right axis Y, b) of boys aged 7–17 years (axis X – age in years) from rural districts of Nizhny Novgorod region in comparison with coevals of the same sex from Nizhny Novgorod (zero line)



**Рисунок 3.** Возрастная динамика нормированных разностей средних значений обхвата груди (ось Y) мальчиков (a) и девочек (b) 7–17 лет (ось X – возраст в годах) из сельских районов Нижегородской области относительно ровесников своего пола, проживающих в Нижнем Новгороде (нулевой уровень)

**Figure 3.** Age dynamics of normalized differences of means of chest circumference (axis Y) of boys (a) and girls (b) aged 7–17 years (axis X – age in years) from rural districts of Nizhny Novgorod region in comparison with coevals of the same sex from Nizhny Novgorod (zero line)

контрастные экологические ниши, следовал за философской концепцией XVII века, разделяющей городские и сельские популяции в связи с разным культурным влиянием на природу человека [Schell, Ulijaszek, 1999]. К настоящему моменту, этот подход утрачивает свою безусловную актуальность [Schell, 2018], поскольку предполагает гомогенность как внутри массива сельских групп, так и внутри массива городских групп, и значительную гетерогенность двух массивов данных при сравнении их друг с другом. Это допущение довольно умозрительное, поскольку гетерогенность как среди сельских популяций, так и среди городских, в современном мире очень высока. Тем не менее, сравнения МФ статуса городских и сельских детей Нижегородской области оказались достаточно информативны.

Многочисленные систематические эколого-возрастные исследования отмечают локальные особенности МФ реакции растущего организма на увеличение уровня средового стресса. Как то, снижение показателей функциональных тестов по результатам кистевой динамометрии, пробы Штанге, жизненного и силового индексов при скромной динамике по тотальным размерам тела [Михайлова, 2014]; отставание по абсолютным и относительным показателям физического развития (дефицит массы тела, в первую очередь) девочек алтаек и русских Горного Алтая, особенно в сенситивном периоде полового созревания 11–13 лет [Шестернина, 2003]; повышение общей (+46,7%) и первичной (+74,8%) заболеваемости подростков Республики Саха в начале тысячелетия [Самсонова, 2012]; преобладание симпатических влияний в регуляции сердечной деятельности у подростков в экологически неблагоприятной зоне как маркер напряжения механизмов адаптации [Половко, 2009]; запаздывание сроков ростовой активности, короткий период ускорения ростовых процессов и отложенное возрастное становление всех МФ систем организма у детей Среднего Приобья, грацилизация и астенизация телосложения как маркер незавершенности адаптационных процессов пришлого населения [Соколов, 2003]. Очевидно, что вектор фиксируемых изменений в целом свидетельствует о напряжении

адаптационных возможностей растущего организма на фоне возрастания экологического стресса. Результаты собственного исследования не противоречат итогам эколого-возрастных работ. В частности, достаточно высокая стабильность длины тела по экологическим кластерам согласуется с итогами работы Михайловой [Михайлова, 2014], различия экокочувствительности по периодам онтогенеза с исследованиями в Горном Алтае [Шестернина, 2003]; более высокая чувствительность показателей поперечного развития тела (масса, ИМТ) к уровню антропогенного стресса коррелирует с многократно описанными в мировой литературе фактами распространения пандемии ожирения в современной дистрессовой антропогенной среде. Однако каждое региональное исследование преследует свои конкретные цели и задачи, использует свои методические подходы, свой спектр МФ параметров. А сопоставить уровень экологического стресса в них «сквозным способом» в принципе не представляется возможным: как правило, подобные исследования имеют дело с экологической дихотомией – две экологических зоны, условно контрастных – не имеющей точного количественного выражения. Исключительно скрупулезная комплексная оценка состава среды в Брянской области приводится в работе Корсакова [Корсаков, 2012], где экологическое зонирование производится с учетом уровня радиационной, пестицидной, токсико-химической и комбинированной радиационно-токсической загрязненности, но подобная экологическая педантичность скорее исключение в массиве антропоэкологических работ.

Приведенные факты возвращают нас к тому, что выявленная в настоящей работе «незначительность» экологического эффекта на морфофункциональную дифференцировку растущего организма свидетельствует о сложности антропоэкологических взаимоотношений и зависимости уровня экологического импринта на ростовые процессы от возраста, пола, этнической принадлежности обследуемого контингента, уровня экологического стресса и, видимо, многих других факторов, не всегда поддающихся учету.

## Заключение

Эффект антропоэкологических взаимодействий зависит от уровня антропогенного стресса, возраста и пола обследуемого контингента и системы рассматриваемых МФ признаков. Для 9-летних детей умеренное возрастание уровня экологической нагрузки (кластеры 2 и 3) связано с достоверным увеличением показателей поперечного развития тела (масса, ИМТ, обхват груди). Для 13-летних детей критическое возрастание уровня экологического стресса (кластер 4) связано, напротив, с достоверным уменьшением показателей поперечного развития тела (масса, ИМТ). В целом все МФ показатели 13-летних подростков имеют некоторую тенденцию к уменьшению в экологическом кластере 4. Обсуждаемые закономерности изменчивости характерны и для девочек аналогичных возрастов, но выражены в меньшей степени. Наиболее реактивной экокчувствительной системой показателей являются признаки поперечного развития тела, масса и ИМТ в первую очередь. Реакция на увеличение уровня экологического стресса различается по периодам онтогенеза – умеренное усиление уровня стресса является акцелерирующим фактором в периоде «нейтрального» детства, критическое усиление уровня стресса – децелерирующим фактором в периоде пубертатного ускорения роста. Урбанизированная среда в целом, вне зависимости от уровня антропогенной нагрузки, является фактором некоторой грацилизации телосложения для мальчиков преимущественно допубертатного возраста на фоне некоторой акцелерации продольного скелетного роста. В то же время городские девочки несколько более макросомны в целом сравнительно с сельскими в возрасте 7–14 лет, имеют большие значения длины и массы тела одновременно, но несколько более узкосложены, уступая сельским ровесницам по обхвату груди, особенно в возрасте 15 лет.

## Благодарности

Исследование выполнено в рамках темы НИР «Антропология евразийских популяций (биологические аспекты)» (AAAA-A19-119013090163-2).

## Библиография

- Аверьянова И.В.* Региональные особенности морфофункциональных перестроек организма и аллостатической нагрузки у европеоидов-уроженцев различных поколений Северо-Востока России: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук, 2021, 43 с.
- Басуров В.А.* Экологическое зонирование территорий природно-антропогенных объектов с учетом роли сохранившихся естественных экосистем: На примере Нижегородской области: Дисс. ... канд. биол. наук, 2002, 199 с.
- Басуров В.А.* Оценка пространственно-временной динамики экологической обстановки на основе обогащенной функции желательности (на примере Нижегородской области) // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2013. № 5. С. 164–170.
- Бацевич В.А., Пермьякова Е.Ю., Машина Д.А., Ясина О.В., Хрусталева О.В.* Сравнение городской и сельской групп детей школьного возраста республики Тыва по данным биоимпедансного анализа в условиях «трансформации» традиционного образа жизни // Вестник археологии, антропологии и этнографии (электронный журнал), 2020. № 4. С. 147–159. DOI: 10.20874/2071-0437-2020-51-4-13.
- Богомолова Е.С., Кузмичев Ю.Г., Матвеева Н.А., Бадеева Т.В., Лапшина М.В. с соавт.* Физическое развитие детей и подростков в возрасте 7-17 лет г. Нижнего Новгорода // Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации Сборник материалов Выпуск VI. Москва: ПедиатрЪ, 2013. С. 152–155.
- Боом Ю.В.* Влияние уровня урбанизации на основные показатели физического развития городских детей Беларуси первых трех лет жизни // Инновации и актуальные проблемы морфологии: сборник научных статей. Минск: БГМУ, 2021. С. 55–59.
- Вдовенко С.И.* Особенности функции внешнего дыхания у юношей-постоянных жителей различных климато-географических зон Северо-Востока России: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук, 2017, 23 с.
- Гелашвили Д.Б., Басуров В.А., Розенберг Г.С., Моничев А.Я., Пуртов И.И. с соавт.* Экологическое зонирование территорий с учетом роли сохранившихся естественных экосистем (на примере Нижегородской области) // Поволжский экологический журнал, 2003. № 2. С. 99–108.
- Година Е.З., Гундэмаа Л., Пермьякова Е.Ю.* Сравнительный анализ тотальных размеров тела и функциональных характеристик сельских и городских детей и подростков Монголии // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология, 2019. № 1. С. 35–49. DOI: 10.32521/2074-8132.2019.1.035-048.
- Дарская С.С.* Техника определения типов конституции у детей и подростков // Оценка типов конституции у детей и подростков. М.: Просвещение, 1975. С. 17–34.
- Демидова Т.В.* Влияние экологических условий на особенности м/ф развития детей школьного возраста Республики Бурятия: Дисс. ... канд. биол. наук, 2011, 175 с.
- Дерябин В.Е.* Курс лекций по элементарной биометрии для антропологов. М.: ООО Петруш. 2007.
- Дерябин В.Е., Федотова Т.К., Ямпольская Ю.А.* Устойчивость морфологической структуры внутригрупповой изменчивости детей школьного возраста. М.: ВИНТИ РАН № 50-B2006. 2006.
- Калужный Е.А.* Соматологические характеристики учащихся юга Нижегородской области // Известия Института антропологии МГУ. Электронный сборник, 2019. Выпуск 7. С. 45–50.
- Калужный Е.А., Кузмичев Ю.Г., Михайлова С.В., Крылов В.Н., Басуров В.А.* Влияние экологического фактора

на уровень физического развития сельских школьников нижегородской области // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2014. № 3. С. 41–47.

Корсаков А.В. Комплексная эколого-гигиеническая оценка состава среды как фактора риска для здоровья населения: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук, 2012, 46 с.

Михайлова С.В. Особенности морфофункционального развития сельских школьников в современных условиях (на примере Нижегородской области): Автореф. ... канд. биол. наук, 2014, 24 с.

Михайлова С.В., Кузмичев Ю.Г., Жулин Н.В., Хрычева Т.В. Региональные особенности физического развития студентов Нижегородской области // Современные научные исследования и инновации, 2016. № 12. Электронный ресурс. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2016/12/75302> (дата обращения: 09.07.2022).

Ожева Р.Ш. Эколого-физиологические и этнические особенности адаптивных реакций организма подростков к условиям Северо-Кавказского региона: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук, 2012. 54 с.

Панасюк Т.В. Индивидуально-типологические особенности школьников // Физическое развитие и биоэнергетика мышечной деятельности школьников: Монография. Москва – Орел: ОРАГС, 2005. С. 81–127.

Панасюк Т.В. Конституциональная принадлежность как основа прогноза роста и развития детей от 3 до 17 лет: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук, 2008, 30 с.

Половко Ю.И. Особенности адаптации к условиям внешней среды у подростков, проживающих в различных экологических регионах: Дисс. ... канд. мед. наук, 2009, 177 с.

Самсонова М.И. Этнические и экологические факторы в формировании здоровья подростков Республики Саха (Якутия) в процессе их роста и развития: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук, 2012, 45 с.

Соколов А.Г. Эколого-физиологические механизмы развития организма детей Среднего Приобья: Дисс. ... докт. мед. наук, 2003, 325 с.

Учакина Р.В. Эколого-физиологическое обоснование гормонального, физического и полового развития детей Дальневосточного региона: Дисс. ... докт. биол. наук, 2006, 271 с.

Чирятьева Т.В. Индивидуально-типологические особенности роста и развития организма детей на севере: Дисс. ... докт. мед. наук, 2001, 256 с.

Шестернина Ж.Г. Экологические факторы формирования физического и полового развития девочек Горного Алтая: Дисс. ... канд. биол. наук, 2003. 129 с.

Штефко В.Г., Островский А.Д. Схема клинической диагностики конституциональных типов. М.-Л.: Госмедиздат. 1929.

Щанкин А.А. Исследование морфофункциональных особенностей эволютивной конституции и адаптационных механизмов организма человека к неблагоприятным экологическим факторам: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук, 2013, 49 с.

#### Информация об авторах

Калужный Евгений Александрович, к.б.н.;  
ORCID ID: 0000-0002-0792-1190; [eakmail@mail.ru](mailto:eakmail@mail.ru)

Горбачева Анна Константиновна, к.б.н.;  
ORCID ID: 0000-0001-5201-7128; [angoria@yandex.ru](mailto:angoria@yandex.ru)

Федотова Татьяна Константиновна, д.б.н.;  
ORCID ID: 0000-0001-7750-7924;  
[tatiana.fedotova@mail.ru](mailto:tatiana.fedotova@mail.ru)

Поступила в редакцию 13.09.2022,  
принята к публикации 20.10.2022.

Kaluzhniy E.A.<sup>1)</sup>, Gorbacheva A.K.<sup>2)</sup>, Fedotova T.K.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> *Privolzhsky Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Minin and Pozharsky sq., 10/1, Nizhny Novgorod, 603005, Russia*

<sup>2)</sup> *Lomonosov Moscow State University, Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology, Mokhovaya st., 11, Moscow, 125009, Russia*

## TO THE PROBLEM OF MORPHOFUNCTIONAL STATUS OF SCHOOLCHILDREN OF NIZHNY NOVGOROD REGION IN CONNECTION WITH ECOLOGICAL FACTORS

**Introduction.** *Morphofunctional (MF) status of school children of Nizhny Novgorod region is analysed in connection with the degree of urbanization and the level of anthropogenic pressure in contrastive ecological clusters with satisfactory (1), comparatively tense (2), tense (3) and critical ecological situation.*

**Material and methods.** *Over 5 thousand of school children aged 7–17 years, examined in 2010–12, are under discussion. The program includes height, weight, BMI, chest girth, lung vital capacity (VC), systolic and diastolic blood pressure, somatotype according to Shtefko-Ostrovskiy method. Each cluster is characterized by absolute and standardized values of MF indices; significance of differences between means of parameters with continuous variability for separate ecological groups is estimated by using of analysis of variance and Scheffe-tests. Frequency of somatotypes (%) is calculated for each ecological group, Pearson's chi-square criterion is used. Comparative estimation of total somatic dimensions of rural and urban (literary data) children is held.*

**Results.** The accelerating influence of modern level of anthropogenic stress (clusters 2 and 3) on indices of transversal body development (weight, BMI, chest girth) and VC of prepubertal (9 years) children irrespective of sex is shown. Decelerating influence of critical stress level (cluster 4) on indices of transversal body development of pubertal children aged 13 years is revealed. No significant differences in frequency of somatotypes in contrastive ecological clusters are fixed. Some gracilization of urban prepubertal boys compared to rural boys is shown. Some macrosomization (height and weight) of urban girls aged 7–13 years combined with modest decrease of chest girth as compared to rural girls is fixed. Up to 16–17 years all described differences are obviously smoothed.

**Conclusion.** The effect of anthropoecological correlations depends on the level of anthropogenic stress, sex and age of examined population and the system of MF indices. Height in our case is less sensitive to the increase of the level of anthropogenic stress. Ecosensitivity of girls is presumably less than boys.

**Keywords:** environmental influences; human biology; auxology; children aged 7–17 years; somatotype; age dynamics; urbanization; level of anthropogenic pressure

DOI: 10.32521/2074-8132.2023.1.013-026 (MUAB)

## References

- Averyanova I.V. *Regionalniye osobennosti morfofunktsionalnirh perestroek jrganizma i allostaticheskoy nagruzki u evropeoidov-urozntzev razlichnirh pokoleniy Severo-Vostoka Rossii* [Regional peculiarities of vorphofunctional reconstruction of the organism and allostatis loadings of europeoids-natives of different generations of North-East of Russia]. Doctor in Biology Thesis. Magadan, 2021. 43 p. (In Russ.).
- Basurov V.A. *Ekologicheskoye zonirovaniye territoriy prirodno-antropogennirh ob'ektov s uchetom sorhranivshirhsya estestvennirh ekosistem: Na primere Nizegorodskoy oblasti* [Ecological zoning of areas of environmental-anthropogenic objects accounting the role of extant natural ecosystems: on the example of Nizhny Novgorod region]. PhD in Biology Dissertation. Nizny Novgorod, 2002. 24 p. (In Russ.).
- Basurov V.A. Ozenka prostranstvenno-vremennoy dinamiki ekologicheskoy obstanovki na osnovе obogazennoy funktsii zelatelnosti (na primere Nizegorodskoy oblasti) [Estimation of space-time dynamics of ecological environment based of enriched function of desirability (on the example of Nizhny Novgorod region)]. *Vestnik Nizegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo* [Bulletin of Lobachevskiy Nizegorodskiy University], 2013, 5, pp. 164–170. (In Russ.).
- Batsevich V.A., Permiakova E.Yu., Mashina D.A., Yasina O.V., Khrustaleva O.V. Sravnenie gorodskoy i selskoy grupp detey shkolnogo vozrasta respubliki Tyva po dannym bioimpendansnogo analiza v usloviyah «transformatsii» traditsionnogo obraza zhizni [Comparison of urban and rural groups of school-age children of the Tuva republic according to Bioelectrical Impedance Analysis in the context of «transformation» of tradicional lifestyle]. *Vestnik arheologii, antropologii i etnografii (electronniy zhurnal)* [Bulletin of archeology, anthropology and ethnography (electronic journal)], 2020, 4, pp. 147–159. (In Russ.). DOI: 10.20874/2071-0437-2020-51-4-13.
- Bogomolova E.S., Ruzmichev Yu.G., Matveeva N.A., Badeeva T.V., Lapshina M.V. et al. Fizicheskoye razvitiye detey i podrostkov v vozraste 7-17 let goroda Niznego Novgoroda [Physical development of children and adolescents aged 7-17 years from Nizny Novgorod]. In *Fizicheskoye razvitiye detey i podrostkov Rossiyskoy Federazii. Sbornik materialov. Vipusk VI* [Physical development of children and adolescents of Russian Federation. Data collection. Issue VI]. Moscow, Pediatr Publ., 2013, pp. 152–155. (In Russ.).
- Boom Yu.V. Vliyaniye urovnya urbanizatsii na osnovnye pokazateli fizicheskoy razvitiya gorodskih detey Belarusi pervyh trekh let zhizni [The influence of the level of urbanization on the main indicators of physical development of urban children of Belarus in the first three years of life]. In *Innovatsii i aktual'nye problemy morfologii: sbornik nauchnykh statej* [Innovations and actual problems of morphology: collection of scientific articles]. Minsk, BSMU Publ., 2021, pp. 55–59. (In Russ.).
- Vdovenko S.I. *Osobennosti funktsii vneshnego dikhaniya u unoshey-postoyannikh ziteley razlichnikh klimato-geograficheskikh zon Severo-Vostoka Rossii* [Peculiarities of the function of outer breathing of young males constant residents of different climategeographical zones of North-Easr Russia]. PhD in Biology Thesis. Magadan, 2017. 23 p. (In Russ.).
- Gelashvili D.B., Basurov V.A., Rosenberg G.S. et al. *Ekologicheskoye zonirovaniye territoriy s uchetom sokhranivshirhsya estestvennikh ekosistem (na primere Nizegorodskoy oblasti)* [Ecological territorial zones in connection with preserved natural ecosystems (Nizegorodskiy region as an example)]. *Povolzhskiy ecological journal* [Povolzhskiy Journal of Ecology], 2003, 2, pp. 99–108 (In Russ.).
- Godina E.Z., Gundegmaa L., Permiakova E.Yu. Sravnitelnyy analiz totalnyh razmerov tela i funktsionalnyh harakteristik selskih i gorodskih detey i podrostkov Mongolii [Comparative analisis of total body parameters and functional characteristics of Mongolian rural and urban children and adolescents]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2019, 1, pp. 35–49. (In Russ.). DOI: 10.32521/2074-8132.2019.1.035-048.
- Darskaya S.S. *Tekhnika opredeleniya tipov konstituzii u detey i podrostkov* [Technique of determining of somatotypes of children and adolescents]. In *Otsenka tipov konstitutsii u detey i podrostkov* [Estimation of constitutional type of children and adolescents]. Moscow, Prosveshcheniye Publ., 1975, pp. 17–34. (In Russ.).
- Demidova T.V. *Vliyaniye ekologicheskikh usloviy na osobennosti morfofunktsionalnogo razvitiya detey shkolnogo vozrasta Respubliki Butyatiya* [Influence of ecological surrounding on peculiarities of morphofunctional development of school children of Buryatiya Republic] PhD in Biology Dissertation. Barnaul, 2011. 175 p. (In Russ.).
- Deryabin V.E. *Kurs lektsiy po elementarnoy biometrii dlya antropologov* [Lectures on elementary biometry for anthropologists]. Moscow, OOO Petrorush Publ., 2007. 253 p. (In Russ.).
- Deryabin V.E., Fedotova T.K., Yampolskaya Yu.A. *Ustoychivost' morfologicheskoy struktury vnutri gruppovoy izmenchivosti detey shkol'nogo vozrasta* [Stability of morpho-

logical structure of intragroup variability of children of school age]. Moscow, VINITI RAS Publ., 2006. 252 p. (In Russ.).

Kaluzniy E.A. Somatologicheskiye kharakteristiki uchazikhysya uga Nizhegorodskoy oblasti [Somatologic characteristics of school children of the South of Nizhegorodskiy Region]. *Izvestiya Instituta antropologii MGU. Elektronnyy sbornik* [Bulletin of Institute of Anthropology. Electronic sourcebook], 2019, 7, pp. 45–50. (In Russ.).

Kaluzniy E.A., Kuzmichev Yu.G., Mikhailova S.V., Krylov V.N., Basurov V.A. Vliyaniye ekologicheskogo faktora na uroven fizicheskogo razvitiya selskih shkolnikov nizhegorodskoy oblasti [Influence of ecological factors on the level of physical development of rural schoolchildren in the Nizhni Novgorod region]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo* [Bulletin of Lobachevskiy Nizhegorodskiy Universitiy], 2014, 3, pp. 41–47. (In Russ.).

Korsakov A.V. *Kompleksnaya ekologo-gigienicheskaya otzhenka sostava sredi kak faktora riska dlya zdorovya naseleeniya* [Complex ecologo-hygiene estimation of the quality of environment as the risk factor of population health] Doctor in Biology Thesis. Bryansk, 2012. 46 p. (In Russ.).

Mikhailova S.V. *Osobennosti morfofunktionalnogo razvitiya selskih shkolnikov v sovremennykh usloviyakh (na primere Nizhegorodskoy oblasti)* [Peculiarities of morphofunctional development of rural schoolchildren in the modern conditions (on the example of Nizhny Novgorod region)]. PhD in Biology Thesis. Kazan, 2014. 24 p. (In Russ.).

Mikhailova S.V., Kuzmichev Yu.G., Zhulin N.V., Khrycheva T.V. Regionalnye osobennosti fizicheskogo razvitiya studentov Nizhegorodskoy oblasti [Regional peculiarities of physical development of students from Nizhny Novgorod region]. *Sovremennyye issledovaniya i innovatsii* [Modern scientific researches and innovations], 2016, 12. Electronic resource. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2016/12/75302>. Accessed 09.07.2022. (In Russ.).

Ozheva R.Sh. *Ekologo-fiziologicheskiye i etnicheskiye osobennosti adaptivnykh reaktsiy organizma podrostkov k usloviyam Severo-Kavkazskogo regiona* [Ecologo-physiological and ethnic peculiarities of adaptive reactions of the organism of adolescents to the environment of North Caucasus Region]. Doctor in Medicine Thesis. Moscow, 2012. 54 p. (In Russ.).

Panasyuk T.V. Individualno-tipologicheskiye osobennosti shkolnikov [Individual/typological peculiarities of school children]. In *Fizicheskoye razvitiye i bioenergetika mishechnoy deyatel'nosti shkolnikov* [Physical development and bioenergetics of muscle activity of school children]. Moscow-Oryel, ORAGS Publ., 2005, pp. 81–127. (In Russ.).

Panasyuk T.V. *Konstitutsionalnaya prinadleznost kak osnovaya prognoza rosta i razvitiya detey ot 3 do 17 let* [Constitutional type as the base of prognosis of growth and development of children aged 3-17 years]. Doctor in Biology Thesis. Saint Petersburg, 2008. 30 p. (In Russ.).

Polovko Yu.I. *Osobennosti adaptatsii k usloviyam vneshnei sredi u podrostkov, prozivayuzikh v razlichnikh ekologicheskikh regionakh* [Peculiarities of adaptation to environment of adolescents, residing in different ecological regions] PhD in Medicine Dissertation. Saratov, 2009. 177 p. (In Russ.).

Samsonova M.I. *Etnicheskiye i ekologicheskiye faktori v formirovaniy zdorovya podrostkov Respubliki Saha (Yakutiya) v prozesse ikh rosta i razvitiya* [Ethnic and ecological factors in forming of health of adolescents of Saha Republic (Yakutiya) through the process of their growth and development]. Doctor in Medicine Thesis. Khabarovsk, 2012. 45 p. (In Russ.).

Sokolov A.G. *Ekologo-fiziologicheskiye mekhanizmi razvitiya organozma detey Srednego Priobya* [Ecologo-physiological mechanisms of development of the organism of children of Middle Priobye]. Doctor in Medicine Dissertation. Tumen, 2003. 325 p. (In Russ.).

Uchakina R.V. *Ekologo-fiziologicheskoe obosnovanie gormonalnogo, fizicheskogo i polovogo razvitiya detey Dalnevostochnogo regiona* [Ecologo-physiological basis of gormonal, physical and sexual development of children of Far Eastern region]. Doctor in Biology Dissertation. Moscow, 2006. 271 p. (In Russ.).

Chiryatyeva T.V. *Individualno-tipologicheskiye kharakteristiki rosta i razvitiya detey na Severe* [Individual/typological characteristics of growth and development of children in the North]. Doctor in Medicine Dissertation. Tumen, 2001. 256 p. (In Russ.).

Shesternina Z.G. *Ekologicheskiye faktory formirovaniya fizicheskogo i polovogo razvitiya devochek Gornogo Altaya* [Ecological factors of forming of physical and sexual development of girls of Mountain Altay]. PhD in Biology Dissertation. Gorno-Altaysk, 2003. 129 p. (In Russ.).

Shtefko V.G., Ostrovskiy A.D. *Shema klinicheskoy diagnostiki konstitutsionalnykh tipov* [Method of clinical diagnostics of types of constitution]. Moscow-Leningrad, Gosmedizdat Publ., 1929. 79 p. (In Russ.).

Szankin A.A. *Issledovaniye morfofunktionalnykh osobennostey evolutivnoy konstitutsii i adaptivnykh mekhanizmov organizma cheloveka k neblagopriyatnim ekologicheskim faktoram* [Study of morphofunctional peculiarities of constitution and adaptive mechanisms of human organism towards unfavourable ecological factors]. Doctor in Biology Thesis. Vladimir, 2013. 49 p. (In Russ.).

Fitzgerald E., Schell L.M., Marshall E.G., Carpenter D.O., Suk W.A. et al. Environmental pollution and child health in Central and Eastern Europe. *Environmental Health Perspectives*, 1998, 106 (6), pp. 307–311.

Schell L.M. Towards the demise of the urban – rural contrast: a research design inadequate to understand urban influences on human biology. *Ann. Hum. Biol.*, 2018, 45 (2), pp. 107–109. DOI: 10.1080/03014460.2018.1450445.

Schell L.M., Gallo M.V., Ravenscroft J. Environmental influences on human growth and development: historical review and case study of contemporary influences. *Ann. Hum. Biol.*, 2009, 36 (5), pp. 459–477.

Schell L.M., Gallo M.V., Denham M., Ravenscroft J. Effects of pollution on human growth and development: An introduction. *J. Physiol. Anthropol.*, 2006, 25 (1), pp. 103–112.

Schell L.M., Ulijaszek S.J. Urbanism, urbanisation, health and human biology: an introduction. In *Urbanism, Health and Human Biology in Industrialised Nations*. Cambridge, Cambridge University Press, 1999, pp. 3–20.

## Information about Authors

Kalyuzhny Evgeny A., Associated Professor; ORCID ID: 0000-0002-0792-1190; [eakmail@mail.ru](mailto:eakmail@mail.ru)

Gorbacheva Anna K., PhD.; ORCID ID: 0000-0001-5201-7128; [angoria@yandex.ru](mailto:angoria@yandex.ru)

Fedotova Tatiana K, PhD., D. Sc.; ORCID ID: 0000-0001-7750-7924; [tatiana.fedotova@mail.ru](mailto:tatiana.fedotova@mail.ru)



Калихман Л.<sup>1)</sup>, Бацевич В.А.<sup>2)</sup>, Кобылянский Е.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Кафедра физиотерапии, Школа общественных медицинских профессий Реканати, Факультет медицинских наук, Университет Бен-Гуриона в Негеве, Беэр-Шева, 84105, Р.О.В. 653, Израиль

<sup>2)</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии, ул. Моховая, д. 11, Москва, 125009, Россия

<sup>3)</sup> Департамент анатомии и антропологии; Медицинский факультет Саклера, Тель-Авивский университет, Рамат-Авив, Тель-Авив, 69978, Р.О.В. 39040, Израиль

## РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКОГО ОСТЕОАРТРОЗА КОСТЕЙ КИСТИ У СЕЛЬСКИХ ТУРКМЕН

**Введение.** Информация о распространенности остеоартроза костей кисти в различных популяциях, характере поражения суставов и развития этой патологии с возрастом, полом и массой тела может быть полезной для понимания этиологии и разработки стратегии профилактики остеоартроза костей кисти. Это может быть важно с точки зрения общественного здравоохранения и оценки антропологических изменений в современных популяциях. Исследование было направлено на оценку распространенности и характера рентгенологического остеоартроза костей кисти рук в туркменской общинной выборке и его связи с возрастом, полом и индексом массы тела.

**Материалы и методы.** Исследуемые выборки (обследованы в 10 близко расположенных небольших населенных пунктах Саятского этрапа) составили туркмены (277 мужчин и 427 женщин в возрасте 19–90 лет). Рентгенологический остеоартроз оценивали для 14 суставов правой и левой кисти рук по шкале Келлгрена и Лоуренса. Статистический анализ включал оценку распространенности, линейную регрессию и тесты  $\chi^2$ .

**Результаты.** 13,8% лиц в возрасте до 36 лет имели хотя бы один сустав с остеоартрозом, а распространенность достигала 100% после 65 лет. После поправки на возраст мы обнаружили, что женщины с тяжелым ожирением имеют более высокий риск развития рентгенологического остеоартроза костей кисти, чем женщины с нормальным весом тела (OR (95%CI): 3,88 (1,20–12,60)).

**Заключение.** В настоящем исследовании после поправки на возраст мы обнаружили, что у мужчин нет связи между распространенностью остеоартроза костей кисти рук и ИМТ. Однако у женщин с тяжелым ожирением риск развития остеоартроза костей кисти почти в четыре раза выше, чем у женщин с нормальным весом.

**Ключевые слова:** биологическая антропология; популяции человека; рентгенологический остеоартроз; суставы кисти; распространенность; туркмены; общинная выборка

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-23-15-1-3 (LJA)

## Введение

Остеоартроз (ОА) является серьезной проблемой общественного здравоохранения, и ожидается, что он будет усиливаться и развиваться в связи с увеличением продолжительности жизни и старением населения мира [Safiri et al., 2020]. Суставы кисти рук являются наиболее частым местом развития ОА [Kalichman, Hernandez-Molina, 2010], а ОА рук часто приводит к инвалидности и может существенно влиять на качество жизни [Hart, Spector, 2000]. Предыдущие исследования выявили различную распространенность ОА кисти в разных популяциях [van Saase et al., 1989; Safiri et al., 2020]. Также были описаны несколько основных детерминант развития ОА кисти, в частности, симметрия по типу суставов, кластеризация по ряду и кластеризация по лучу [Chaisson et al., 1997; Kalichman et al., 2004; Kalichman, Kobylansky, 2009; Kalichman et al., 2009]. Эти наблюдения не были одинаковыми в разных выборках. Например, было обнаружено, что ОА дистальных межфаланговых суставов (DIP) чаще встречается и проявляется в более тяжелых вариантах [Plato, Norris, 1979; Egger et al., 1995; Chaisson et al., 1997]. Следующим наиболее часто встречающимся суставом был первый запястно-пястный (СМС1), за ним следуют проксимальный межфаланговый (PIP) и пястно-фаланговый (MP) суставы [Egger et al., 1995; Chaisson et al., 1997]. По данным Каспи с соавторами [Caspi et al., 2001] суставы, которые наиболее сильно поражались ОА у израильской популяции, были 2-й и 3-й DIP, как и СМС1, так и первый интерфалангеальный (IP1) сустав. Таким образом, вопрос о специфике ОА кисти остается открытым.

Возраст является основным фактором, определяющим развитие ОА кисти [Caspi et al., 2001; Kalichman et al., 2004]. Связь между прогрессированием ОА кисти и полом остается неопределенной [Davis, 1988; Hochberg, 1991; Kalichman et al., 2004; Kalichman et al., 2010], а также связь между массой тела и ОА костей кисти рук [Carman et al., 1994; Hochberg et al., 1995; Oliveria et al., 1999].

Информация о распространенности ОА кистей в различных популяциях, характере поражения суставов и связи с возрастом, полом и массой тела может быть полезной для понима-

ния этиологии и разработки стратегии профилактики ОА кистей, а также может быть важна с точки зрения общественного здравоохранения. Основными целями данного исследования были: 1) оценить распространенность и характер рентгенологического ОА кисти в туркменской общинной выборке; 2) оценить связь распространенности ОА кистей с возрастом, полом и индексом массы тела (ИМТ).

## Материал и методы

В настоящей работе проводилось антропологическое обследование нескольких выборок взрослых туркмен из нескольких кишлаков Саятского этрапа Туркмении. Выборка включала 704 человека, проживавших в небольших поселках более трех поколений и не имевших смешения с другими популяциями. Эти данные были собраны весной 1993 г. совместной экспедицией Антропологического института Московского университета (Россия) и кафедры анатомии и антропологии Тель-Авивского университета (Израиль).

Туркменская группа сформирована согласно следующим требованиям: 1) отсутствие смешения с другими популяциями; 2) добровольное согласие участия в исследовании местных жителей и наличие разрешения медицинских служб и органов местного самоуправления; 3) хорошо организованная антропологическая станция на базе медпунктов и наличие сертифицированного антропологического лабораторного оборудования для проведения работ в полевых условиях; 4) сходство социально-экономического и профессионального положения всего местного сельского населения.

Туркмены, проживающие в засушливой, жаркой климатической зоне Средней Азии, относятся к подгруппе ближневосточных европеоидов, составляющих большую европеоидную расу и относящихся к тюркской языковой семье.

Для них характерна демографически устойчивая семейная структура с традиционными отношениями между членами семьи. Они жили в одних и тех же климатикогеографических условиях окружающей среды в течение последних нескольких поколений. Это население не подвергалось внешнему влиянию, например, изменению генетических потоков. Во всех об-

следованных выборках были отмечены сходные жизненные, экономические и профессиональные условия в большинстве семей.

Данные, собранные из медицинских карт, уточнялись, при надобности, в ходе личных очных интервью. Они включали пол, возраст, профессию, данные о хронической заболеваемости и лечении. Проводилось генетико-демографическое анкетирование (Б.Н. Казаченко). Были выполнены различные антропологические измерения (морфология головы и тела) и рентген обеих рук. Из исследования исключались лица с известным заболеванием костей, заместительной гормональной терапией, хроническим приемом стероидных препаратов, аменореей или посттравматическим, ревматоидным или псориатическим артритом.

Все интервью и обследования проводились после того, как испытуемые получили разъяснение целей и процедур исследования и подписали информированное согласие. Хельсинкский комитет по этике Тель-Авивского университета одобрил это исследование.

#### *Оценка рентгенологического ОА кисти*

У каждого участника исследования были получены одиночные обзорные рентгенограммы обеих рук в дорзо-волярном положении с расположением источника рентгеновского излучения на 90 см выше плоскости рентгеновской пленки по стандартной рентгенографической методике, принятой в рентгеноантропологических исследованиях и подробно описанной О. Павловским [Павловский, 1981] и в работе Лившица с соавторами [Livshits et al., 2002]. Кисти рук экспонировали в течение до 1,5 сек. при токе 100–150 мА, без усиливающих экранов (пленка РТ-1), при напряжении на трубке 70 кВ.

Каждую рентгенограмму оценивал опытный и специально обученный врач. Степень развития ОА оценивали отдельно для 14 суставов каждой кисти, т.е. четырех дистальных межфаланговых суставов (DIP), четырех проксимальных межфаланговых суставов (PIP), пяти метакарпофалангеальных (MP), и одном интерфалангеальном суставе первого пальца (IP 1). В настоящем исследовании использовалась схема классификации Келлгрена и Лоуренса (K-L), в которой используются фотографии из Атласа стандартных рентгенограмм [Kellgren, Lawrence,

1963]. Каждый сустав, набравший K-L $\geq$ 2, считался пораженным.

#### *Оценка надежности показателей, получаемых на рентгеновских снимках*

Во-первых, два опытных исследователя (хирург-ортопед и врач, имеющий опыт чтения рентгеновских снимков) просмотрели серию рентгенограмм и определились с протоколом оценки показателей K-L. Десять рентгеновских снимков были прочитаны с использованием этого протокола, а затем повторно прочитаны двумя исследователями по отдельности, чтобы оценить надежность показаний внутри и между экспертами. Все расхождения были проверены на наличие систематических ошибок. Эта процедура продолжалась на дополнительных десяти наборах рентгеновских снимков до тех пор, пока достоверность не стала достаточно высокой (ICC $>$ 0,8). Как только была установлена высокая внутри- и меж-экспертная достоверность, один исследователь прочитал все рентгеновские снимки, все еще не зная идентификаторов пациентов и их возраста. Перед чтением каждой партии рентгеновских снимков исследователь повторно считывал пять ранее прочитанных рентгеновских снимков, чтобы «откалибровать» свои показания по стандарту. Надежность внутри наблюдателя составила 0,84 ( $p < 0,01$ ).

Индекс массы тела: ИМТ рассчитывался как отношение массы тела (в кг) к длине тела (в м<sup>2</sup>).

#### *Статистический анализ*

Во-первых, мы оценили распространенность рентгенологического ОА для анализируемых суставов в зависимости от пола пациентов в четырех возрастных группах (<35, 35–50, 51–65, >65). Так же была вычислена медиана числа пораженных суставов и распространенность рентгенологического ОА кистей в каждом ряду суставов и в каждой возрастной группе.

С помощью критерия  $\chi^2$  мы сравнили распространенность ОА кистей у мужчин и женщин в каждой из четырех возрастных групп и в общей выборке.

И, наконец, мы подсчитали распространенность ОА кистей в группах лиц с нормальной массой тела (ИМТ <25), избыточной массой тела (ИМТ 25–29,9), ожирением (ИМТ 30–34,9) и тяжелым ожирением (ИМТ  $\geq$ 35). Мы оценили от-

ношение шансов (OR) при сравнении групп с избыточным весом, ожирением и тяжелым ожирением с группой лиц с нормальным весом после поправки на возраст.

## Результаты

В этом исследовании приняли участие 277 мужчин со средним возрастом  $49,0 \pm 17,1$  года (возрастной диапазон: 19-89) и ИМТ  $25,6 \pm 4,2$  кг/м<sup>2</sup>; и 427 женщин – со средним возрастом  $48,2 \pm 14,8$  года (возрастной диапазон: 19-90 лет) и ИМТ  $26,6 \pm 5,2$  кг/м<sup>2</sup>. 62,2% мужчин и 57,2% женщин имели рентгенологический ОА по крайней мере одного сустава кисти.

В таблице 1 представлены показатели распространенности рентгенологического ОА в каждом суставе в разбивке по полу и возрасту. У мужчин и женщин в возрасте до 35 лет ОА был наиболее распространен в MP-4, затем MP-3 и MP-5 суставах. В возрасте 35–50 лет также наибольшая распространенность выявлена в суставах MP-4, MP-3 и IP-1 у обоих полов. В возрасте от 50 до 65 лет наибольшая распространенность была обнаружена в суставе IP-1 как у мужчин, так и у женщин, затем следовали суставы MP-3, 5 и DIP-2, 3 и 5 у мужчин и MP-2, 5 и DIP-2-5 у женщин. После 65 лет наиболее распространенным ОА является сустав IP-1, за которым следуют суставы DIP-2-5, MP-2-5 и PIP-2-5 у обоих полов. В общей популяции наибольшая распространенность была обнаружена в суставах IP-1, затем следуют DIP-3, MP-3 и MP-4 у мужчин и MP-3-5 у женщин.

С помощью критерия  $\chi^2$  сравнивали распространенность ОА на костях кистей и количество пораженных суставов у мужчин и женщин в каждой возрастной группе и в общей выборке. Ни в одной возрастной группе, ни в общей выборке различия между полами не были статистически значимыми ( $p > 0,1$ ).

На рисунке 1 показана возрастная распространенность рентгенологического ОА на костях кисти. 3,3% лиц имели хотя бы один пораженный DIP или IP сустав до 36 лет. В возрастной группе >65 лет распространенность составила 93,1%. В суставах PIP с возрастом распространенность пораженных суставов увеличилась с 0,7% до

57,6% соответственно. В MP суставах распространенность составляла 11,2% до 36 лет и 80,5% после 65 лет. Во всех суставах кисти распространенность ОА кисти составляла 13,8% до 36 лет и 100% после 65 лет. В возрастных группах  $\leq 35$  и 36 – 50 наибольшая распространенность ОА была в MP суставах, а в возрастных группах 51–65 лет и старше 65 лет – в дистально-фаланговых DIP и межфаланговых IP суставах. Также подсчитывали количество пораженных суставов в каждом ряду суставов, а также на всей кисти. В таблице 2 показано среднее количество пораженных суставов в каждом ряду в соответствии с четырьмя возрастными группами. Во всех суставных рядах количество пораженных суставов с возрастом увеличивается.

Наконец, распространенность рентгенологического ОА в любом суставе кисти в зависимости от ИМТ представлена на рисунке 2. Линейная связь р-тренда между группами с разным ИМТ была статистически значимой для мужчин ( $p = 0,0095$ ), женщин ( $p < 0,0001$ ), так и для всей выборки ( $p < 0,0004$ ).

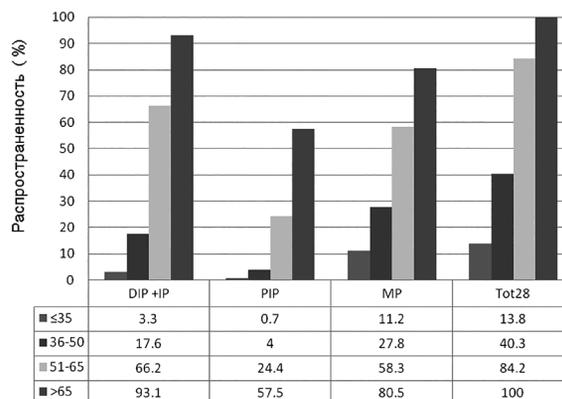


Рисунок 1. Возрастная распространенность (%) рентгенологического ОА кисти в каждом ряду суставов и во всей кисти (Всего 28)

Figure 1. Age-specific prevalence (%) of radiographic hand OA in each row of joints and in the whole hand (Tot28)

Примечания. DIP – дистальные межфаланговые суставы; PIP – проксимальные межфаланговые суставы; MP – пястно-фаланговые суставы; CMC1 – первый пястно-запястный сустав; IP1 – первый интерфалангеальный сустав.

Notes. DIP – distal interphalangeal joints; PIP – proximal interphalangeal joints; MP –metacarpophalangeal joints; CMC1 –first carpo-metacarpal joints; IP1 – first interphalangeal joints.

**Таблица 1. Распространенность (% (N)) пораженных (K-L $\geq$ 2) суставов в зависимости от возрастных групп и пола**

**Table 1. Prevalence (% (N)) of affected (K-L $\geq$ 2) joints according to age groups and sex**

Суставы			Мужчины (возрастные группы)					Женщины (возрастные группы)					
Ряд	Лучи	Сторона	<35	35-50	51-65	>65	Всего	<35	35-50	51-65	>65	Всего	
DIP	2	Прав.	0 (0)	1,9 (1)	16,5 (17)	44,2 (19)	13,8 (37)	0 (0)	0,8 (1)	12,3 (20)	28,6 (12)	8,0 (33)	
		Лев.	0 (0)	3,9(2)	14,6 (15)	52,3 (23)	14,9 (40)	1,2 (1)	2,5 (3)	8,6 (14)	19,1 (8)	6,4 (26)	
	3	Прав.	1,5 (1)	3,8 (2)	18,5 (19)	47,7 (21)	16,0 (43)	0 (0)	4,1 (5)	12,9 (21)	35,7 (15)	10,0 (41)	
		Лев.	0 (0)	1,9 (1)	21,4 (22)	70,5 (31)	20,2 (54)	1,2 (1)	4,1 (5)	15,3 (25)	33,3 (14)	11,0 (45)	
	4	Прав.	1,5 (1)	0 (0)	8,7 (9)	25,0 (11)	7,8 (21)	0 (0)	2,4 (3)	9,2 (15)	26,2 (11)	7,1 (29)	
		Лев.	0 (0)	5,8 (3)	10,7 (11)	50,0 (22)	13,4 (36)	0 (0)	1,7 (2)	13,5 (22)	23,8 (10)	8,3 (34)	
	5	Прав.	0 (0)	0 (0)	10,8 (11)	34,1 (15)	9,7 (26)	1,2 (1)	1,6 (2)	17,9 (29)	26,2 (11)	10,5 (43)	
		Лев.	0 (0)	5,8 (3)	18,5(19)	40,0 (18)	14,9 (40)	0 (0)	2,5 (3)	15,6 (27)	26,2 (11)	10,0 (41)	
	PIP	2	Прав.	1,5 (1)	0 (0)	3,9 (4)	15,9 (7)	4,5 (12)	0 (0)	1,6 (2)	7,4 (12)	14,3 (6)	4,9 (20)
			Лев.	0 (0)	0 (0)	6,8 (7)	18,2 (8)	5,6 (15)	0 (0)	0,8 (1)	6,1 (10)	21,4 (9)	4,9 (20)
3		Прав.	1,5 (1)	0 (0)	10,7 (11)	20,5 (9)	7,8 (21)	0 (0)	0 (0)	4,3 (7)	9,5 (4)	2,7 (11)	
		Лев.	0 (0)	0 (0)	7,8 (8)	18,2 (8)	6,0 (16)	0 (0)	0,8 (1)	8,0 (13)	14,6(6)	4,9 (20)	
4		Прав.	1,5 (1)	0 (0)	5,8 (3)	13,6 (6)	4,8 (13)	0 (0)	0 (0)	1,8 (3)	21,4 (9)	2,9 (12)	
		Лев.	0 (0)	0 (0)	4,9 (5)	18,2(8)	4,9 (13)	0 (0)	1,7 (2)	4,9 (8)	16,7 (7)	4,2 (17)	
5		Прав.	0 (0)	3,8 (2)	6,9 (7)	15,9 (7)	6,0 (16)	0 (0)	0 (0)	3,1 (5)	26,2 (11)	3,9 (16)	
		Лев.	0 (0)	0 (0)	2,9 (3)	22,2 (10)	4,8 (13)	0 (0)	1,6 (2)	5,5 (9)	26,2 (11)	5,4 (22)	
IP		1	Прав.	0 (0)	5,7 (3)	25,2 (26)	59,1 (26)	20,5 (55)	1,2 (1)	3,3 (4)	23,3 (38)	50,0 (21)	15,6 (64)
			Лев.	0 (0)	9,6 (5)	28,2 (29)	64,4 (29)	23,4 (63)	0 (0)	6,5 (8)	22,1 (36)	42,9 (18)	15,1 (62)
MP	1	Прав.	0 (0)	0 (0)	4,9 (5)	18,2 (8)	4,9 (13)	1,2 (1)	0,8 (1)	4,9 (8)	9,5 (4)	3,4 (14)	
		Лев.	0 (0)	3,9 (2)	5,8 (6)	24,0 (12)	7,1 (19)	0 (0)	1,6 (2)	4,3(7)	11,9 (5)	3,4 (14)	
	2	Прав.	0 (0)	1,9 (1)	7,8 (8)	25,0 (11)	7,4 (20)	0 (0)	1,6 (2)	12,9 (21)	26,2 (11)	8,3 (34)	
		Лев.	1,5 (1)	3,9 (2)	5,8 (6)	15,6 (7)	6,0 (16)	1,2 (1)	1,6 (2)	12,9 (21)	19,1 (8)	7,8 (32)	

Примечания. DIP – дистальные межфаланговые суставы; PIP – проксимальные межфаланговые суставы; MP – пястно-фаланговые суставы; CMC1 – первый пястно-запястный сустав; IP1 – первый интерфалангеальный сустав.

Notes. DIP – distal interphalangeal joints; PIP –proximal interphalangeal joints; MP –metacarpophalangeal joints; CMC1 –first carpo-metacarpal joints; IP1 – first interphalangeal joints.

**Есть окончание  
Continued**

Окончание таблицы 1  
Table 1 continued

Суставы			Мужчины (возрастные группы)					Женщины (возрастные группы)				
Ряд	Лучи	Сторона	<35	35-50	51-65	>65	Всего	<35	35-50	51-65	>65	Всего
MP	3	Прав.	5,8 (4)	7,6 (4)	21,4 (22)	47,7 (21)	19,0 (51)	2,4 (2)	4,1 (5)	22,7 (37)	21,4 (9)	12,9 (53)
		Лев.	0 (0)	13,5 (7)	13,6 (14)	38,6 (17)	14,2 (38)	0 (0)	1,6 (2)	12,3 (20)	21,4 (9)	7,5 (31)
	4	Прав.	5,8 (4)	9,4 (5)	21,4 (22)	20,5 (9)	14,9 (40)	4,8 (4)	10,6 (13)	18,4 (30)	14,3 (6)	12,9 (53)
		Лев.	5,8 (4)	15,4 (8)	16,5 (17)	36,4 (16)	16,8 (45)	2,4 (2)	7,3 (9)	15,3 (25)	26,2 (11)	11,4 (47)
	5	Прав.	4,4 (3)	0 (0)	7,8 (8)	25,0 (11)	8,2 (22)	1,2 (1)	4,9 (6)	21,5 (35)	21,4 (9)	12,4 (51)
		Лев.	0 (0)	1,9 (1)	10,7 (11)	22,2 (10)	8,2 (22)	1,2 (1)	2,4 (3)	11,7 (19)	31,0 (13)	8,8 (36)

Таблица 2. Среднее количество пораженных суставов в зависимости от возрастной группы  
Table 2. Median number of affected joints according to the age group

Возрастные группы (лет)	DIP +IP (Max. 10)	PIP (Max. 8)	MP (Max. 10)	Total (Max. 28)
≤35	0	0	0	0
35-50	0	0	0	0
51-65	1	1	0	3
>65	3	2	1	7

Таблица 3. Связь между распространенностью ОА кистей и ИМТ после поправки на возраст (OR (95%CI))

Table 3. Association between the prevalence of hand OA and BMI, after adjustment for age (OR (95%CI))

Пол	Норма	Избыточная масса тела	Ожирение	Выраженное ожирение
	ИМТ <25	ИМТ 25-29,9	ИМТ 30-34,9	ИМТ ≥35
Мужчины	1	0,71 (0,24-2,11)	0,71 (0,29-1,71)	0,92 (0,09-8,96)
Женщины	1	0,99 (0,48-2,05)	1,07 (0,57-2,00)	<b>3,88 (1,20-12,60)</b>
Оба пола	1	0,89 (0,49-1,63)	0,93 (0,56-1,54)	<b>2,99 (1,03-8,68)</b>

В таблице 3 представлены результаты сравнения групп после поправки на возраст. Избыточная масса тела и ожирение не влияли на распространенность ОА костей кисти у мужчин, женщин и в общей выборке. Однако у женщин с выраженным ожирением риск развития рентгенологического ОА кисти был в 3,88 (1,20–12,60) раза выше.

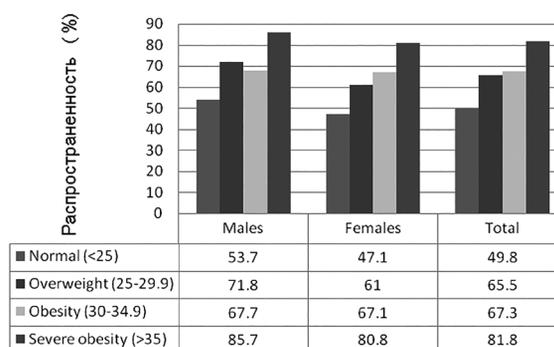


Рисунок 2. Распространенность рентгенологического ОА кисти у мужчин и женщин в зависимости от значений ИМТ  
Figure 2. Prevalence of radiographic hand OA in men and women according to the BMI groups

## Обсуждение

Результаты настоящего исследования подтверждают, что рентгенологический ОА кисти широко распространен среди населения в целом. Сообщалось, что в разных популяциях точечная распространенность ОА кисти достигает 29–76% [van Saase et al., 1989]. Вскрытие показало почти универсальные признаки повреждения хряща у людей старше 65 лет [Kraus, 1997]. Хинтон и др. [Hinton et al., 2002] подсчитали, что от 70 до 90% людей старше 75 лет страдают тем или иным ОА. Дахагин и др. [Dahaghin et al., 2005], используя данные Роттердамского исследования, сообщили о наличии рентгенологического ОА по крайней мере одного сустава кисти у 67% женщин и 54,8% мужчин среди лиц 55 лет и старше. В абхазской выборке [Kalichman, Kobylansky, 2009] средняя распространенность ОА кистей составила 33,6% у мужчин и 35,4% у женщин. После 65 лет распространенность ОА кистей составила 87,5% у мужчин и 83,3% у женщин. В настоящем популяционном исследовании рентгенологического ОА кисти мы обнаружили, что в туркменской популяционной выборке 62,2% мужчин и 57,2% женщин имели рентгенографический ОА по крайней мере одного сустава кисти. После 65 лет каждый индивидум в туркменском населении имеет по крайней мере один сустав кисти, пораженный ОА. Эти распространенности выше, чем сообщалось ранее, например, Чжанг и др. [Zhang et al., 2003] или Вайлдер и др. [Wilder et al., 2006]. Одним из возможных объяснений может быть специфика нашей выборки, в которую вошли лица, проживавшие в сельской местности и занятые сельскохозяйственными работами.

Показано, что возраст является наиболее мощным фактором, определяющим распространенность рентгенологического ОА кистей. Это согласуется с ранее опубликованными исследованиями [Kalichman et al., 2004; Wilder et al., 2006; Kalichman, Kobylansky, 2007; Kalichman et al., 2011].

В настоящем исследовании мы обнаружили, что у лиц моложе 50 лет ОА наиболее часто встречается в MP, а после 50 лет – в DIP суставах. Распространенность ОА в IP-1 суставах в разном возрасте больше похожа на один из DIP-суставов, чем на PIPs. Суставы PIP относительно меньше поражаются в каждой возрастной

группе. Аналогичная картина поражения суставов была описана ранее в многочисленных исследованиях [Plato, Norris, 1979; Egger et al., 1995; Cooper et al., 1996; Chaisson et al., 1997; Kalichman et al., 2004; Kalichman et al., 2010].

Мета-анализ половых различий в распространенности и тяжести ОА [Srikanth et al., 2005] показал более низкую распространенность ОА кистей у мужчин, чем у женщин (RR=0,81, 95%CI 0,73-0,90). Это также показало, что у лиц в возрасте до 55 лет нет различий в тяжести развития ОА кистей, но после 55 лет женщины страдают более высокой степенью поражённости ОА. В другом крупном исследовании [Kalichman et al., 2010] ситуация была противоположной: распространенность ОА кистей была достоверно выше у мужчин, чем у женщин в возрасте 35–50 лет. В туркменской популяции мы не обнаружили половых различий в распространенности и количестве пораженных суставов кистей.

Считается, что ожирение как фактор риска ОА влияет на развитие заболевания за счет механической нагрузки на несущие суставы [Schouten et al., 1992; Manninen et al., 1996; Felson et al., 1997; Sturmer et al., 2000]. Однако одних только механических факторов недостаточно для объяснения связи, поскольку имеются также данные о положительной связи между остеоартрозом кистей рук и ожирением [Dequeker et al., 1983; Bagge et al., 1991; Carman et al., 1994; Cicuttini et al., 1996; Oliveria et al., 1999; Naara et al., 2003; Hart, Spector, 1993]. В некоторых исследованиях обнаружена отрицательная связь [Davis et al., 1990; Hochberg et al., 1991; Hochberg et al., 1993] или ее отсутствие [Sturmer et al., 2000; Kalichman et al., 2002; Kalichman, Kobylansky, 2007; Kalichman et al., 2010]. Оливерия и др. [Oliveria et al., 1999], оценили связь между ИМТ и возникновением симптоматического ОА у 134 подобранных пар женщин в возрасте 20–89 лет. Их результаты показали, что ожирение связано с развитием ОА кисти. В последующем исследовании Карман и др. [Carman et al., 1994], обнаружили при длительном наблюдении за группой испытуемых (23 года), что исходное повышенное ожирение являлось триггером ускоренного развития ОА кисти у индивидуумов, у которых не было признаков этого заболевания на момент первич-

ного обследования. В настоящем исследовании после поправки на возраст было обнаружено, что у мужчин нет связи между распространенностью рентгенологического ОА кистей рук и ИМТ. Однако у женщин с тяжелым ожирением риск развития ОА кистей почти в четыре раза выше, чем у женщин с нормальным весом. Наши выводы согласуются с исследованием Вайлдер и др. [Wilder et al., 2006], которые нашли связь между распространенностью остеоартрита кисти на рентгенограмме и ИМТ у женщин, но не у мужчин.

Интересно, что в исследовании клинического ОА кистей [Sayer et al., 2003] не было обнаружено значимой связи между массой тела и ОА кистей у женщин. Однако у мужчин ОА кистей достоверно ассоциировался с увеличением массы тела в возрасте 26, 43 и 53 года. В заключение этого раздела отметим, это исследование предоставляет дополнительные доказательства того, что ожирение связано с развитием ОА не только за счет увеличения механической нагрузки, но и является системным фактором риска ОА, особенно у женщин.

### Заключение

Мы представляем обширные данные о распространенности рентгенологического ОА костей кисти в туркменской общине, которые были характерны для обследованных групп в начале 90-х годов XX века. После 65 лет каждый человек в исследуемой выборке имел хотя бы один сустав кисти, пораженный ОА. Для мужчин и женщин наиболее подходящей и наиболее экономной моделью связи между возрастом и

количеством пораженных суставов рук была двух интервальная линейная модель. Половых различий в распространенности или количестве пораженных суставов рук в туркменской выборке обнаружено не было. В настоящем исследовании после поправки на возраст мы обнаружили, что у мужчин нет связи между распространенностью ОА кистей рук и ИМТ. Однако у женщин с тяжелым ожирением риск развития ОА кистей почти в четыре раза выше, чем у женщин с нормальным весом.

### Благодарности

Исследование выполнено в рамках темы НИР «Антропология евразийских популяций (биологические аспекты)» (AAAA-A19-119013090163-2).

### Библиография

*Павловский О.М.* Методика оссеографического исследования кисти // Методика морфофизиологических исследований в антропологии М.: Изд-во Московского университета, 1981. С. 44-61

### Информация об авторах

*Калихман Леонид, PhD, ORCID ID: 0000-0003-2987-4396; kleonid@bgu.ac.il, kalichman@hotmail.com;*

*Бацевич Валерий Анатольевич, д.б.н., в.н.с., ORCID ID: 0000-0003-3833-1588; batsevich53@mail.ru;*

*Кобылянский Евгений, PhD, ORCID ID: 0000-0001-9691-3813; anatom14@post.tau.ac.il.*

*Поступила в редакцию 17.01.2023,  
принята к публикации 30.01.2023.*

<sup>1)</sup> Department of Physical Therapy, Recanati School for Community Health Professions, Faculty of Health Sciences, Ben-Gurion University of the Negev, Beer Sheva, 84105, P.O.B. 653, Israel

<sup>2)</sup> Lomonosov Moscow State University, Anuchin Institute and Museum of Anthropology, Mokhovaya st., 11, Moscow, 125009, Russia

<sup>3)</sup> Department of Anatomy and Anthropology; Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Tel Aviv, 69978, P.O.B. 39040, Israel

## PREVALENCE AND CHARACTERISTICS OF RADIOGRAPHIC HAND OSTEOARTHRITIS IN RURAL TURKMENS

**Introduction.** The knowledge about the prevalence of hand osteoarthritis (OA) in different populations, the pattern of joint involvement, and the association with age, sex, and weight might be helpful in the understanding of the etiology and in developing the prevention strategy of hand OA. It can be important from a public health perspective. The study aimed to evaluate the prevalence and pattern of radiographic hand OA in the Turkmen community-based sample and its association with age, sex, and body mass index.

**Materials and methods.** The study population was comprised of Turkmens (277 males and 427 females, aged 19–90 years). Radiographic hand OA was evaluated for 14 joints of each hand according to the Kellgren and Lawrence grading scheme. Statistical analyses included prevalence estimation, linear regression, and  $\chi^2$  tests.

**Results.** 13.8% of individuals before age 36 had at least one joint with OA, and the prevalence reached 100% after age 65. After adjustment for age, we found that females with severe obesity have a higher risk of development of radiographic hand OA than those with normal weight (OR(95%CI): 3.88 (1.20-12.60)).

**Conclusion.** In the present study, after adjusting for age, we found that in men there was no association between the prevalence of hand OA and BMI. However, women with severe obesity are almost four times more likely to develop hand OA than women of normal weight.

**Keywords:** biological anthropology; human populations; osteoarthritis; hand; prevalence; Turkmens; community-based sample

DOI: 10.32521/2074-8132.2023.1.027-036 (MUAB)

### References

- Pavlovskiy O.M. Metodika osseograficheskogo issledovaniya kisti [Methods of osseographic study of the hand]. In *Metodika morfofiziologicheskikh issledovaniy v antropologii* [Methods of morphophysiological research in anthropology]. Moscow: MSU Publ., 1981, pp. 44-61. (In Russ.).
- Bagge E., Bjelle A., Eden S., Svanborg A. Factors associated with radiographic osteoarthritis: results from the population study 70-year-old people in Goteborg. *The Journal of rheumatology*, 1991, 18 (8), pp.1218-1222.
- Carman W.J., Sowers M., Hawthorne V.M., Weissfeld L.A. Obesity as a risk factor for osteoarthritis of the hand and wrist: a prospective study. *Am. J. Epidemiol.*, 1994, 139 (2), pp. 119-129.
- Caspi D., Flusser G., Farber I., Ribak J., Leibovitz A. et al. Clinical, radiologic, demographic, and occupational aspects of hand osteoarthritis in the elderly. *Seminars in arthritis and rheumatism*, 2001, 30 (5), pp. 321-331.
- Chaisson C.E., Zhang Y., McAlindon T.E., Hannan M.T., Aliabadi P. et al. Radiographic hand osteoarthritis: incidence, patterns, and influence of pre-existing disease in a population based sample. *The Journal of rheumatology*, 1997, 24 (7), pp. 1337-1343.
- Cicutti F.M., Baker J.R., Spector T.D. The association of obesity with osteoarthritis of the hand and knee in women: a twin study. *The Journal of rheumatology*, 1996, 23 (7), pp. 1221-1226.
- Cooper C., Egger P., Coggon D., Hart D.J., Masud T. et al. Generalized osteoarthritis in women: pattern of joint involvement and approaches to definition for epidemiological studies. *The Journal of rheumatology*, 1996, 23 (11), pp. 1938-1942.
- Dahaghin S., Bierma-Zeinstra S.M., Ginai A.Z., Pols H.A., Hazes J.M. et al. Prevalence and pattern of radiographic hand osteoarthritis and association with pain and disability (the Rotterdam study). *Annals of the rheumatic diseases*, 2005, 64 (5) pp. 682-687.
- Davis M.A. Epidemiology of osteoarthritis. *Clin. Geriatr. Med.*, 1988, 4 (2), pp. 241-255.
- Davis M.A., Neuhaus J.M., Ettinger W.H., Mueller W.H. Body fat distribution and osteoarthritis. *Am. J. Epidemiol.*, 1990, 132 (4), pp. 701-707.

- Dequeker J., Goris P., Uytterhoeven R. Osteoporosis and osteoarthritis (osteoarthrosis). *Anthropometric distinctions*. *JAMA*, 1983, 249 (11), pp. 1448-1451.
- Egger P., Cooper C., Hart D.J., Doyle D.V., Coggon D. et al. Patterns of joint involvement in osteoarthritis of the hand: the Chingford Study. *The Journal of rheumatology*, 1995, 22 (8), pp. 1509-1513.
- Felson D.T., Zhang Y., Hannan M.T., Naimark A., Weissman B. et al. Risk factors for incident radiographic knee osteoarthritis in the elderly: the Framingham Study. *Arthritis Rheum.*, 1997, 40 (4), pp. 728-733.
- Haara M.M., Manninen P., Kroger H., Arokoski J.P., Karkkainen A. et al. Osteoarthritis of finger joints in Finns aged 30 or over: prevalence, determinants, and association with mortality. *Annals of the rheumatic diseases*, 2003, 62 (2), pp. 1511-1518.
- Hart D.J., Spector T.D. The relationship of obesity, fat distribution and osteoarthritis in women in the general population: the Chingford Study. *The Journal of rheumatology*, 1993, 20 (2), pp. 331-335.
- Hart D.J., Spector T.D. Definition and epidemiology of osteoarthritis of the hand: a review. *Osteoarthritis and cartilage* 8 Suppl A, 2000, pp. 2-7.
- Hinton R., Moody R.L., Davis A.W., Thomas S.F. Osteoarthritis: diagnosis and therapeutic considerations. *Am. Fam. Physician.*, 2002, 65 (5), pp. 841-848.
- Hochberg M.C. Epidemiology of osteoarthritis: current concepts and new insights. *J. Rheumatol. Suppl.*, 1991, 27, pp. 4-6.
- Hochberg M.C., Lane N.E., Pressman A.R., Genant H.K., Scott J.C. et al. The association of radiographic changes of osteoarthritis of the hand and hip in elderly women. *The Journal of rheumatology*, 1995, 22 (12), pp. 2291-2294.
- Hochberg M.C., Lethbridge-Cejku M., Plato C.C., Wigley F.M., Tobin J.D. Factors associated with osteoarthritis of the hand in males: data from the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Am. J. Epidemiol.*, 1991, 134 (10), pp. 1121-1127.
- Hochberg M.C., Lethbridge-Cejku M., Scott W.W., Jr., Plato C.C., Tobin J.D. Obesity and osteoarthritis of the hands in women. *Osteoarthritis and cartilage*, 1993, 1 (2) pp. 129-135.
- Kalichman L., Cohen Z., Kobylansky E., Livshits G. Inter-relationship between bone aging traits and basic anthropometric characteristics. *American journal of human biology*, 2002, 14 (3), pp. 380-390.
- Kalichman L., Cohen Z., Kobylansky E., Livshits G. Patterns of joint distribution in hand osteoarthritis: contribution of age, sex, and handedness. *American journal of human biology*, 2004, 16 (2), pp. 125-134.
- Kalichman L., Hernandez-Molina G. Hand osteoarthritis: an epidemiological perspective. *Seminars in arthritis and rheumatism*, 2010, 39 (6), pp. 465-476.
- Kalichman L., Kobylansky E. Age, body composition, and reproductive indices as predictors of radiographic hand osteoarthritis in Chuvashian women. *Scand. J. Rheumatol.*, 2007, 36 (1), pp. 53-57.
- Kalichman L., Kobylansky E. Hand osteoarthritis in Chuvashian population: prevalence and determinants. *Rheumatology international*, 2009, 30, pp. 85-92.
- Kalichman L., Korostishevsky M., Batsevich V., Kobylansky E. Hand osteoarthritis in longevity populations. *Aging clinical and experimental research*, 2011, 23 (5-6), pp. 457-462.
- Kalichman L., Li L., Batsevich V., Kobylansky E. Hand osteoarthritis in the Abkhazian population. *Homo: Internationale Zeitschrift für die vergleichende Forschung am Menschen*, 2009, 60 (5), pp. 429-439.
- Kalichman L., Li L., Batsevich V., Malkin I., Kobylansky E. Prevalence, pattern and determinants of radiographic hand osteoarthritis in five Russian community-based samples. *Osteoarthritis and cartilage*, 2010, 18 (6), pp. 803-809.
- Kellgren J., Lawrence J. *Atlas of standard radiographs: The epidemiology of chronic rheumatism*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1963.
- Kraus V.B. Pathogenesis and treatment of osteoarthritis. *Med. Clin. North Am.*, 1997, 81 (1), pp. 85-112.
- Livshits G., Karasik D., Kobylansky E. Complex segregation analysis of the radiographic phalanges bone mineral density and their age-related changes. *J. Bone Miner. Res.*, 2002, 17 (1), pp. 152-161.
- Manninen P., Riihimäki H., Heliövaara M., Makela P. Overweight, gender and knee osteoarthritis. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 1996, 20 (6), pp. 595-597.
- Oliveria S.A., Felson D.T., Cirillo P.A., Reed J.I., Walker A.M. Body weight, body mass index, and incident symptomatic osteoarthritis of the hand, hip, and knee. *Epidemiology*, 1999, 10 (2), pp. 161-166.
- Plato C.C., Norris A.H. Osteoarthritis of the hand: age-specific joint-digit prevalence rates. *Am. J. Epidemiol.*, 1979, 109 (2), pp. 169-180.
- Safiri S., Kolahi A.A., Smith E., Hill C., Bettampadi D. et al. 2020. Global, regional and national burden of osteoarthritis 1990-2017: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2017. *Annals of the rheumatic diseases*, 2020, 79 (6), pp. 819-828.
- Sayer A.A., Poole J., Cox V., Kuh D., Hardy R. et al. Weight from birth to 53 years: a longitudinal study of the influence on clinical hand osteoarthritis. *Arthritis Rheum.*, 2003, 48 (4), pp. 1030-1033.
- Schouten J.S., van den Ouweland F.A., Valkenburg H.A. A 12 year follow up study in the general population on prognostic factors of cartilage loss in osteoarthritis of the knee. *Annals of the rheumatic diseases*, 1992, 51 (8), pp. 932-937.
- Srikanth V.K., Fryer J.L., Zhai G., Winzenberg T.M., Hosmer D. et al. A meta-analysis of sex differences prevalence, incidence and severity of osteoarthritis. *Osteoarthritis and cartilage*, 2005, 13 (9), pp. 769-781.
- Sturmer T., Gunther K.P., Brenner H. Obesity, overweight and patterns of osteoarthritis: the Ulm Osteoarthritis Study. *J. Clin. Epidemiol.*, 2000, 53 (3), pp. 307-313.
- van Saase J.L., van Romunde L.K., Cats A., Vandenbroucke J.P., Valkenburg H.A. Epidemiology of osteoarthritis: Zoetermeer survey. Comparison of radiological osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 other populations. *Annals of the rheumatic diseases*, 1989, 48 (4), pp. 271-280.
- Wilder F.V., Barrett J.P., Farina E.J. Joint-specific prevalence of osteoarthritis of the hand. *Osteoarthritis and cartilage*, 2006, 14 (9), pp. 953-957.
- Zhang Y., Xu L., Nevitt M.C., Niu J., Goggins J.P. et al. Lower prevalence of hand osteoarthritis among Chinese subjects in Beijing compared with white subjects in the United States: the Beijing Osteoarthritis Study. *Arthritis Rheum*, 2003, 48 (4), pp. 1034-1040.

#### Information about Authors

Leonid Kalichman, PhD, ORCID ID: 0000-0003-2987-4396; kalichman@hotmail.com; kleonid@bgu.ac.il

Valery Batsevich, Leading Researcher, D.Sc. (Biology), ORCID ID: 0000-0003-3833-1588; batsevich53@mail.ru

Eugene Kobylansky, PhD, ORCID ID: 0000-0001-9691-3813; anatom14@post.tau.ac.il



Biswas S., Chanak M., Bose K.

*Department of Anthropology, Vidyasagar University,  
Midnapore-721102, Paschim Medinipur, West Bengal*

## A CROSS-SECTIONAL STUDY OF NUTRITIONAL STATUS AMONG 10–15 YEARS OLD RURAL BENGALEE ADOLESCENTS OF PURBA MEDINIPUR, WEST BENGAL, INDIA

**Introduction.** *Adolescence period requires special supervision as these years link the impact of generational and early childhood factors to adult outcomes. The World Health Organization (WHO) defines 10-19 years as adolescence period, an important stage of growth and development in the lifespan of an individual. The present study assessed nutritional status among adolescents of two villages of Purba Medinipur, West Bengal, India.*

**Materials and Methods.** *A cross-sectional study of 443 (208 boys; 235 girls) rural high school students aged 10–15 years of Ajaya and Deulpota villages, Khejuri- I block, Purba Medinipur district, West Bengal, India, was undertaken to evaluate their growth pattern and nutritional status. Anthropometric measurements, including height (cm), weight (kg), mid-upper arm circumference (cm), were measured following standard techniques. Stunting, underweight and thinness were used as indicators of nutritional status.*

**Results.** *The overall prevalence of stunting, underweight and thinness were 20.32%, 1.81% and 46.95%, respectively. The prevalence of stunting was similar in both sexes (20.67% in boys; 20.0% in girls). The prevalence of thinness was very high among the studied participants (46.63% in boys; 47.23% in girls). According to the WHO classification for assessing severity of malnutrition, the rate of stunting and underweight were medium and low in both sexes, respectively. However, they had very high prevalence of thinness thus indicating a critical situation of undernutrition.*

**Conclusion.** *The nutritional status of these rural school going adolescents was not satisfactory. The existing prevalence of stunting and thinness among the studied population indicates chronic nutritional deficiency while the low prevalence of underweight reflects that the chronic food deprivation they have undergone was during childhood, not in recent period. Follow up studies and intervention of government schemes are required to ameliorate this problem.*

**Keywords:** rural; Bengalee; adolescent; nutritional stress; stunting; underweight; thinness

DOI: 10.32521/2074-8132.2023.1.037-048 (MUAB)

## Introduction

Undernutrition is a universal health concern that has its impact mainly on children and adolescents from low-and-middle-income countries (LMICS). Considering its impact on health, education and economic productivity, persistent undernutrition is a major obstacle to human development, impacting India's much awaited demographic dividend and the country's prospects for future economic growth [WHO, 2021]. According to a report of World Bank, India accounts for more of the World's undernourished children than any other country, which has huge consequences on childhood and adolescent morbidity, mortality as well as in national economy [The World bank, 2013].

Stunting is an indicator of chronic undernutrition, the result of prolonged food deprivation and/or disease or illness [WHO, 1995]. Stunting is a syndrome where linear growth failure serves as a marker of multiple pathological disorders associated with increased morbidity and mortality, loss of physical growth potential, reduced neurodevelopmental and cognitive function and an elevated risk chronic disease in adulthood [de Onis, Branca, 2016].

Underweight is used as a composite indicator to reflect both acute and chronic undernutrition, although it cannot distinguish between them [WHO, 1995]. According to studies, being underweight is one of the major public health concerns in teenage adolescent, especially school aged children in South-East Asian countries as it impacts health, cognition and educational achievements [Best et al., 2010].

Thinness refers to nutritional deficiency as indicated by relatively low Body Mass Index (BMI) ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) compared to height (cm). In other words, it contrasts the present nutritional status with respect to previous nutritional status [WHO, 1995]. Thinness among adolescents poses a considerable public health problem internationally and it is frequently associated with nutritional deficiencies, menstrual irregularity, decreased cognitive and work capacity and increased infections [Misra et al., 2004].

Adolescence stage requires special oversight from adults as the adolescent years and especially the puberty, link the impact of generational and early-childhood factors to adult outcomes [Richter, 2006]. World Health Organisation [2006] defines adolescence as the segment of life between age 10–19 years. It begins with pubescence, the earliest signs

of emergence of secondary sexual characters and continues up to the morphological and physiological maturation to the adult status [WHO, 1995]. Unique changes that occur in an individual during this period are accompanied by progressive achievement of biological maturity [Tanner, 1992]. Adolescent period being second period of rapid growth may serve as a window of opportunity for compensating for early childhood growth failure, although with limited potential for significant catch up. In most developing countries, nutritional initiatives have been focusing on children and women thus neglecting adolescents. Longitudinal studies are demonstrating that it is also an age of opportunity i.e., providing good nutrition, healthy lifestyle, positive family and school influences and access to supportive services can help young people break the vicious cycle of leading to ill health and poor social adjustment [Richter, 2006].

Nutritional status is one of the strongest indicators of the standard of living in developing world [Nube, 1998]. Nutritional status can be assessed by dietary, anthropometric, biochemical and clinical methods. Anthropometry is a widely accepted, universally applicable, noninvasive and inexpensive method to assess the nutritional status of an individual [WHO, 1995]. Adolescent anthropometry has special significance as it provides monitoring of growth pattern and indicates the nutritional and health risks. Assessment of adolescent nutritional status may help to formulate appropriate strategies to combat health complications of adolescents that already an important global public health burden in last two decades [Bisai et al., 2011]. The objective of this study was to evaluate the nutritional status and growth pattern among rural adolescents of Khejuri I block, Purba Medinipur district, West Bengal, India with the intention to contribute in the endeavour of the policy-makers in identifying potential intervention to resolve the undernutrition problem.

## Materials and methods

### *Study area and participants*

The present cross-sectional study was conducted at Ajaya and Deulpota villages, under the Birbandar gram panchayat of Khejuri- I block, Contai subdivision, Purba Medinipur, West Bengal during January, 2020 to February, 2020. Ajaya and

Deulpota villages have a total population of 3,632 (1,903 males; 1,729 females) and 2,751 (1,406 males; 1,345 females), respectively.

The present investigation has been undertaken to ascertain nutritional status of adolescents of 10 to 15 years age in Khejuri I block, Purba Medinipur district, West Bengal, India. The study was carried out amongst 443 adolescents (10-15 years), of which 208 and 235 are boys and girls respectively through random sampling method. Data were collected after obtaining necessary ethical permission from relevant authorities. The school authorities and participants were explained about the objectives before commencement of our study. Children suffering from chronic and congenital diseases were excluded. The participants were randomly selected and measured. Information on date of birth was recorded in the students' register. All participants belonged to the Bengalee ethnic group.

Nutritional status can be assessed by dietary, anthropometric, biochemical and clinical methods. Anthropometry is a widely accepted, universally applicable, non-invasive and inexpensive method to assess the nutritional status of an individual [WHO, 1995]. All anthropometric measurements were taken by SB and MC using standard procedures [Lohman et al., 1988]. Height (cm), weight (kg) and Mid Upper Arm Circumference (MUAC) (cm) were measured after obtaining informed oral consent from the participants. Height was measured in sagittal plane by Martin's Anthropometer and recorded to the nearest 0.1 cm. While measuring height the participants were asked to remove their shoes, and stand with heels together and head positioned so that the line of vision was perpendicular to the body. Weight was measured by a weighing machine and recorded to the nearest 500 grams. The study period was in January, when the weather was cold, so students wore sweaters but at the time of measuring weight sweaters were removed and only light clothes were worn by the students. Mid upper arm circumference (MUAC) was measured by a measuring tape and recorded to the nearest 0.1 cm. The participants were asked to remove their sweaters and then MUAC was measured at a level midway between the tip of shoulder (Acromion) and elbow (Olecranon process), with arm hanging and relaxed.

The technical errors of measurements (TEM) were found to be within reference values and thus not incorporated in statistical analyses.

Age variations and sexual dimorphism in height (cm), weight (kg), MUAC (cm), BMI (kg/m<sup>2</sup>), has been evaluated among these adolescents of 10 to 15 years. Undernutrition of the participants was assessed with three indicators i.e. Stunting, Underweight and Thinness. The internationally accepted NCHS [WHO, 1983] guideline for age and sex specific <-2 Z-score were followed to define underweight and stunting. It may be noted here that stunting. The WHO classification for assessing severity of malnutrition by percentage prevalence ranges of stunting and underweight was used. The classification is shown below in **Table 1**.

**Table 1. The WHO [1995] classification for assessing severity of malnutrition by percentage prevalence ranges of stunting and underweight**  
**Таблица 1. Классификация ВОЗ [WHO, 1995] для оценки тяжести недоедания по процентным диапазонам распространенности задержки роста и недостаточного веса**

Classification	Low (%)	Medium (%)	High (%)	Very High (%)
<b>Stunting</b>	<20	20–29	30–39	≥40
<b>Underweight</b>	<10	10–19	20–29	≥30

Thinness was evaluated using the international age and sex specific cut-off points of BMI as described by Cole et al. [2000, 2007]. The World Health Organization [WHO, 1995] classification of the public health problem of low BMI, based on populations worldwide categorizes the prevalence of under nutrition according to the percentage of the population with low BMI as it shown in **Table 2**.

#### *Statistical analysis*

All statistical analyses were performed using the Statistical Package for Social Sciences software version 16.0. Independent Sample t Test, One Way ANOVA and Chi Square ( $\chi^2$ ) were performed. Before undertaken statistical tests, all variables/indices were tested for normality.

**Table 2. The World Health Organization (WHO) classification of the public health problem of low BMI, based on populations worldwide categorizes the prevalence of under nutrition according to the percentage of the population with low BMI**

**Таблица 2. Распространенность недостаточного питания в соответствии с процентной долей населения с низким ИМТ согласно данным ВОЗ**

Category	% Prevalence	Classification	Indication
A	5 to 9	Low	warning sign, monitoring required;
B	10 to 19	Medium	poor situation;
C	20 to 39	High	Serious situation;
D	40 or more	Very high	critical situation

**Table 3. Age and sex specific distribution of studied participants**

**Таблица 3. Распределение участников исследования по возрасту и полу**

Age (years)	Boys	Girls	Sex combined
10	31 (14.90)	35 (14.89)	66 (14.89)
11	15 (7.21)	27 (11.49)	42 (9.48)
12	59 (28.37)	57 (24.26)	116 (26.19)
13	31 (14.90)	50 (21.28)	81 (18.28)
14	52 (25.00)	43 (18.29)	95 (21.45)
15	20 (9.62)	23 (9.79)	43 (9.71)
<b>Total</b>	<b>208 (47.00)</b>	<b>235 (53.00)</b>	<b>443 (100.00)</b>

Notes. Percentages are presented in parentheses  
Примечания. Проценты указаны в круглых скобках

**Table 4. Mean and standard deviation of anthropometric and derived variables among studied participants**

**Таблица 4. Среднее и стандартное отклонение антропометрических и производных переменных обследованного контингента**

Variables	Sex	Mean	SD	t
<b>Anthropometric Variables</b>				
<b>Height (cm)</b>	<b>Boys</b>	147.85	11.07	2.049*
	<b>Girls</b>	146.02	7.61	
<b>Weight (kg)</b>	<b>Boys</b>	36.60	9.47	0.365 <sup>NS</sup>
	<b>Girls</b>	36.29	7.97	
<b>MUAC (cm)</b>	<b>Boys</b>	20.94	3.14	-1.510 <sup>NS</sup>
	<b>Girls</b>	21.37	2.84	
<b>Derived Variables</b>				
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Boys</b>	16.50	2.73	-1.486 <sup>NS</sup>
	<b>Girls</b>	16.89	2.86	

Notes. SD= Standard Deviation; \*= p<0.05; NS= Not Significant  
Примечания. SD= Стандартное отклонение; \*= p<0.05; NS= Незначимые отличия

## Results

**Table 3** represents the age and sex specific distribution of studied participants. Our study comprised of 6 age groups i.e., from 10 to 15 years. The total number of participants were 443 (208 boys and 235 girls). Maximum number of participants (116) was found at age group 12 years and minimum participants (42) were observed at age 11 years. Age group 12 exhibited maximum number of boys (59) and maximum number of girls (57) were observed at age group 12 years.

**Table 4** presents the mean and standard deviation of anthropometric and derived variables among the studied participants. There was significant sex difference (p<0.05) in mean height (cm) (147.85 among boys; 146.02 among girls). In case of mean weight (kg) (36.60 among boys; 36.29 among girls), mean MUAC (cm) (20.94 among boys; 21.37 among girls) and mean BMI (kg/m<sup>2</sup>) (16.50 among boys; 16.89 among girls) no significant sex difference was observed.

Prevalence (%) of stunting among studied individuals is presented in **Table 5**. The prevalence of stunting was similar in both sexes (20.67% in boys; 20.00% in girls). When both sexes are considered together, 20.32% of participants were found to be stunted. There was no significant association between sex and stunting.

**Table 5. Prevalence (%) of stunting among studied participants**  
**Таблица 5. Распространенность (%) задержки роста среди участников исследования**

Variables	Boys	Girls	Total	$\chi^2$
Stunted	43 (20.67)	47 (20.00)	90 (20.32)	0.158 <sup>NS</sup>
Others	165 (79.33)	188 (80.00)	353 (79.68)	
Total	208 (46.95)	235 (53.05)	443 (100.00)	

Notes. Percentages are presented in parentheses; NS= Not Significant.  
 Примечания. Проценты указаны в круглых скобках; NS= Незначимые различия.

**Table 6. Prevalence (%) of Underweight among studied participants**  
**Таблица 6. Распространенность (%) недостаточного веса среди участников исследования**

Variables	Boys	Girls	Total	$\chi^2$
Underweight	6 (2.88)	2 (0.85)	8 (1.81)	3.73 <sup>NS</sup>
Others	202 (97.12)	233 (99.15)	435 (98.19)	
Total	208 (46.95)	235 (53.05)	443 (100.00)	

Notes. Percentages are presented in parentheses; NS= Not Significant.  
 Примечания. Проценты указаны в круглых скобках; NS= Незначимые различия.

Prevalence (%) of underweight is shown in **Table 6**. The prevalence of underweight was more among boys than girls (2.88% in boys; 0.85% in girls). There was no significant association between sex and underweight.

Prevalence (%) of CED is presented in **Table 7**. The overall (sex-combined) prevalence of CED was 46.95%. The prevalence of thinness was slightly higher among girls (53.37%) than the boys (46.63%). There was no significant association between sex and BMI.

**Table 7. Prevalence (%) of BMI [according to Cole et al. 2007] among studied participants**  
**Таблица 7. Распространенность (%) ИМТ [согласно Cole et al. 2007] среди участников исследования**

Variables	Boys	Girls	Total	$\chi^2$
CED	97 (46.63)	111 (53.37)	208 (46.95)	3.340 <sup>NS</sup>
Normal	101 (47.42)	112 (52.58)	213 (48.08)	
Overweight	8 (3.84)	12 (5.10)	20 (4.52)	
Obese	2 (0.96)	0 (0)	2 (0.45)	
Total	208 (46.95)	235 (53.05)	443 (100.00)	

Notes. Percentages are presented in parentheses; NS= Not Significant.  
 Примечания. Проценты указаны в круглых скобках; NS= Незначимые различия.

**Table 8. Age group wise prevalence (%) of Stunting among studied participants**  
**Таблица 8. Распространенность задержки роста по возрастным группам (%) среди исследуемых участников**

Age Group (years)	Stunting					
	Boys		Girls		Sex Combined	
	N	%	N	%	N	%
10	5	11.63	2	4.25	7	7.78
11	1	2.33	4	8.51	5	5.56
12	10	23.26	9	19.15	19	21.11
13	7	16.28	12	25.53	19	21.11
14	15	34.88	10	21.28	25	27.78
15	5	11.63	10	21.28	15	16.67
$\chi^2$	7.82 <sup>NS</sup>		18.38 <sup>NS</sup>		19.15*	

Notes. N = Number of individuals; NS= Not Significant; \* $p < 0.05$ .

Примечания. N = Количество обследованных; NS= Незначимые отличия; \* $p < 0.05$ .

Age group wise prevalence (%) of stunting is presented in **Table 8**. The highest prevalence of stunting (sex combined and age specific) was found at age of 14 years (27.78%) whereas lowest prevalence of stunting (sex combined and age specific) was found at age of 11 years (5.56%). The prevalence of stunting

was comparatively lower in and 11 years age. Among boys the highest rate of stunting (age specific) was found age of 15 years (34.88%) whereas the lowest prevalence was found at age of 11 years (2.33%). Among girls, the highest rate of stunting (age specific) was found at age 12 years (25.53%) whereas the lowest was found at age of 11 years (5.56%). There was a significant association between age and stunting among sex combined ( $p < 0.05$ ).

Age group wise prevalence (%) among studied individuals of underweight is presented in **Table 9**. The highest prevalence of underweight (sex combined and age specific) was found at age of 13 years (37.50%) whereas no cases of underweight (sex combined and age specific) was found at 10 years and 11 years age. Among boys (age specific) three individuals having underweight was found at age 14 years (50.00%) whereas age 10, 11 and 12 exhibits no instance of underweight. In case of girls except one case each in age 12 and 13, other age groups showed no occurrence of underweight. There was no significant association between age and underweight among individual sex and sex combined group.

Age group specific prevalence (%) of thinness among studied participants is presented in **Table 10**. The highest prevalence of thinness (sex combined and age specific) was found at age of 12 years (25.48%) whereas lowest prevalence of thinness (sex combined and age specific) was found at age of 15 years (7.69%). Comparatively low prevalence was found at 11 years and 15 years age. Among boys the highest rate of thinness (age specific) was found at age 14 years (26.80%) whereas lowest prevalence of thinness was found at age of 15 years (8.25%). Among girls the highest rate of thinness (age specific) was found at age 12 years (25.23%) whereas lowest prevalence of thinness was found at age of 15 years (7.21%). There was no significant association between age and thinness among individual sexes and sex combined group.

## Discussion

Undernutrition occurs as a result of insufficient nutritional intake and manifests in several form like stunting, wasting, underweight, thinness and nutritional deficiencies [WHO, 2021]. Stunting or the

**Table 9. Age group wise prevalence (%) of Underweight among studied participants**  
**Таблица 9. Распространенность недостаточного веса среди участников исследования по возрастным группам (%)**

Age Group (years)	Underweight					
	Boys		Girls		Sex Combined	
	N	%	N	%	N	%
10	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0
12	0	0	1	50.00	1	12.50
13	1	16.67	1	50.00	2	25.00
14	3	50.00	0	0	3	37.50
15	2	33.33	0	0	2	25.00
$\chi^2$	10.77 <sup>NS</sup>		2.43 <sup>NS</sup>		8.52 <sup>NS</sup>	

Notes. N = Number of individuals; NS= Not Significant.  
Примечания. N = Количество обследованных; NS= Незначимые отличия.

**Table 10. Age group wise prevalence (%) of Thinness among studied participants**  
**Таблица 10. Распространенность худобы по возрастным группам (%) среди исследуемых участников**

Age group (years)	Thinness					
	Boys		Girls		Sex Combined	
	N	%	N	%	N	%
10	16	16.49	19	17.12	35	16.83
11	9	9.28	13	11.71	22	10.58
12	25	25.77	28	25.23	53	25.48
13	13	13.40	22	19.82	35	16.83
14	26	26.80	21	18.91	47	22.59
15	8	8.25	8	7.21	16	7.69
$\chi^2$	26.16 <sup>NS</sup>		6.58 <sup>NS</sup>		19.49 <sup>NS</sup>	

Notes. N = Number of individuals; NS= Not Significant.  
Примечания. N = Количество обследованных; NS= Незначимые отличия.

gaining of insufficient height relative to age reflects prolonged nutritional stress during early years of life i.e., during infancy and childhood [WHO, 1995].

According to studies, Stunting is associated with increased morbidity and mortality from infections, in particular pneumonia and diarrhea [Black et al., 2013].

According to WHO (1995) classification for assessing severity of malnutrition by percentage prevalence, the overall prevalence of stunting, underweight are in medium and low category respectively. The prevalence of thinness is quite alarming and reported in critical situation category (**Table 11**).

**Table 11. Classification for assessing severity of malnutrition by percentage prevalence [WHO, 1995] among studied participants**  
Таблица 11. Классификация для оценки тяжести недоедания по процентной распространенности [WHO, 1995] среди участников исследования

Variables	Boys	Girls	Total
<b>Stunting</b>	Medium (20.67)	Medium (20.0)	Medium (20.32)
<b>Underweight</b>	Low (2.88)	Low (0.85)	Low (1.81)
<b>Thinness</b>	Very high (46.63)	Very high (47.23)	Very high (46.95)

Notes. Percentages are presented in parentheses.  
Примечания. Проценты указаны в круглых скобках.

The overall prevalence of stunting among the studied rural adolescents is 20.32% and no significant sex difference was observed. Comparing with studies conducted on rural adolescents of West Bengal except for three studies which shows medium prevalence of stunting [Bose, Bisai., 2008; Bisai et al., 2011], the majority of studies depicts much high prevalence of stunting among the adolescents [Das, Biswas, 2005; Dey et al., 2011; Maiti et al., 2011; Bhattacharya et al., 2015; Pramanik et al., 2015; Roy et al., 2016; Pal et al., 2016]. Our study shows no significant sex difference in terms of prevalence of stunting along with increased age while Studies [Dey et al., 2011; Bhattacharya et al., 2015; Roy et al., 2016] reflect considerable difference in prevalence of stunting across sex. Higher prevalence of stunting than the present study has been reported in rural adolescents of Maharashtra, Andhra Pradesh, Uttar Pradesh and 9 states of India [Venkaiah et al., 2002; Prashant et al., 2009; Nair et al., 2017; Kumar et al., 2021], except for the study carried out in Tamilnadu [Kumar, 2012], where the adolescent girls showed lower prevalence than the girls of present study (**Table 12**).

The present study among the rural adolescents of Purba Medinipur exhibits very low prevalence of underweight comparing to rural adolescents of the state, West Bengal [Bose, Bisai, 2008a, b; Bisai et al., 2011; Maiti et al., 2011b; Das, Sarkar, 2013; Pramanik et al., 2015; Bhattacharya et al., 2015; Darling et al., 2020]. Studies carried out on other states of India showed much higher prevalence of underweight both in case of boys and girls [Venkaiah et al., 2002; Prashant et al., 2009; Nair et al., 2017] (**Table 13**). The lower prevalence among the studied adolescents specifies that they went through nutritional deprivation during childhood, they do not have nutritional deficit in recent years.

The overall prevalence of thinness among the studied adolescents was 46.63%, girls having slightly higher prevalence than the boys, although not statistically significant. Almost similar results have been found in studies conducted in West Bengal [Bose, Bisai, 2008a, b; Mondal, Sen, 2010a, b; Dey et al., 2011, Mondal et al., 2014; De, 2016; Pal et al., 2016]. Comparing to national studies, In Uttar Pradesh [Kumar et al., 2021] and Assam [Begum, 2019], the rural adolescents showed lower prevalence comparing to our study while among the rural boys of Agartala [Sarkar, 2015] similar condition was observed (**Table 14**).

The present study has certain limitations. As our study is cross-sectional, longitudinal study along with larger sample size can better depict nutritional status together with the inclusion of the impacts of various socio-economic factors throughout the ages. The study includes 10 to 15 years old adolescents. Additional study is required for beyond age 15 till 19 years and children below age 10 years. The nutritional status measured in the present study is through anthropometric measurements and derived indices. Undernutrition is a consequence of both food deprivation and disease, which are costs of poverty.

**Table 12. Comparison of Stunting in adolescents: Indian studies**  
**Таблица 12. Сравнение задержки роста у подростков: индийские исследования**

Studied Population	Study Area	Age Group (Years)	Sample Size	Stunting (%)		References
				Boys	Girls	
Rural adolescents	9 states of India	10-17	12124	39.00	39.00	Venkaiah et al., 2002
Rural adolescent girls	North 24 parganas, West Bengal, India	10-19	143	–	37.80	Das, Biswas, 2005
Rural adolescents	Paschim Medinipur and Purulia, West Bengal, India	11-18	4450	23.20	22.80	Bose, Bisai, 2008a
Rural adolescent girls	Andhra Pradesh, India	10-18	223	–	47.00	Prashant et al., 2009
Rural adolescents	Darjeeling, West Bengal, India	10-17	726	43.10	50.30	Mondal, Sen, 2010
Rural adolescents	Paschim Medinipur, West Bengal, India	11-18	1094	27.36	28.84	Bisai et al., 2011
Rural adolescents	Darjeeling, West Bengal, India	11-19	420	55.40	24.70	Dey et al., 2011
Rural adolescent girls	Paschim Medinipur, West Bengal, India	10-14	3611	–	34.84	Maiti et al., 2011a
Rural adolescents	Burdwan, West Bengal, India	10-19	424	51.91	40.13	Bhattacharya et al., 2015
Rural adolescent girls	Bankura and Hoogly, West Bengal, India	9-16	750	–	36.10	Pramanik et al., 2015
Rural adolescent girls	Darjeeling and Jalpaiguri, West Bengal, India	9-18	500	–	39.60	Roy et al., 2016
Rural adolescent girls	Maharashtra, India	10-19	583	–	48.37	Nair et al., 2017
Rural adolescents	Howrah, Birbhum, East and Paschim Medinipure, West Bengal, India	10-17	839	48.75	58.36	Pal et al., 2017
Rural adolescents	Uttar Pradesh, Bihar, India	10-19	20700	39.30	25.60	Kumar et al., 2021
Rural adolescents	Khejuri-I Block, Purba Medinipur, West Bengal, India	10-15	443	20.67	20.00	Present Study

## Conclusion

Medium prevalence of stunting and a very high prevalence of thinness existing among the studied population indicates the fact that they went through chronic nutritional deficit. Also, the low prevalence of underweight is reflection of the fact that they are not facing nutritional deficiency in recent years. In conclusion, the nutritional status of the adolescents in these areas are not satisfactory. It calls for appropriate health promotion and intervention programme.

## Acknowledgements

The researchers would like to express their gratitude to Prof. Arun K. Deb and all the members of the NGO Sorbodday Sangha and the participants for their help and cooperation during data collection.

**Table 13. Prevalence of Underweight among adolescents: A comparison with other studies**  
**Таблица 13. Распространенность недостаточного веса среди подростков: сравнение с другими исследованиями**

Studied Population	Study Area	Age Group (Years)	Sample Size	Underweight (%)		References
				Boys	Girls	
Rural adolescents	9 states of India	10-17	12124	53.10	39.50	Venkaiah et al., 2002
Rural adolescents	Paschim Medinipur and Purulia, West Bengal, India	11-18	4450	29.70	24.50	Bose, Bisai, 2008c
Rural adolescent girls	Andhra Pradesh, India	10-18	223	–	42.60	Prashant et al., 2009
Rural adolescents	Paschim Medinipur, West Bengal, India	11-18	1094	30.98	24.24	Bisai et al., 2011
Rural adolescent girls	Paschim Medinipur, West Bengal, India	10-14	3611	–	71.78	Maiti et al., 2011
Rural adolescents	Bankura, West Bengal, India	11-16	1879	51.10	55.27	Das, Sarkar, 2013
Rural adolescents	Burdwan, West Bengal, India	10-19	424	61.45	40.13	Bhattacharya et al., 2015
Rural adolescent girls	Bankura and Hoogly, West Bengal, India	9-16	750	–	26.61	Pramanik et al., 2015
Rural adolescent girls	Maharashtra, India	10-19	583	–	36.54	Nair et al., 2017
Rural adolescents	Barpeta, Assam, India	10-13	466	24.00	24.53	Begum, 2019
Rural adolescents	Birbhum, West Bengal, India	10-19	5521	31.10	21.10	Darling et al., 2020
Rural adolescents	Khejuri-I Block, Purba Medinipur, West Bengal, India	10-15	443	2.88	0.85	Present Study

**Table 14. Prevalence of Thinness in adolescent populations: A comparison with other studies**  
**Таблица 14. Распространенность худобы среди подростков: сравнение с другими исследованиями**

Studied Population	Study Area	Age Group (Years)	Sample Size	Thinness (%)		References
				Boys	Girls	
Rural adolescents	Paschim Medinipur and Purulia, West Bengal, India	10-15	2016	51.74	36.94	Bose et al., 2008c
Rural adolescent girls	Andhra Pradesh, India	10-18	223	–	20.60	Prashant, Shaw, 2009
Rural adolescents	Darjeeling, West Bengal, India	5-12	2111	71.11	67.77	Mondal, Sen, 2010
Rural adolescents	Darjeeling, West Bengal, India	11-19	420	33.00	19.00	Dey et al., 2011

**Continued**  
**Есть продолжение**

**Table 14 continued**  
**Продолжение таблицы 14**

Studied Population	Study Area	Age Group (Years)	Sample Size	Thinness (%)		References
				Boys	Girls	
Rural adolescents	Phansidewa Block, Darjeeling, West Bengal, India	10-18	1165	51.16	46.89	Mondal, 2014
Rural adolescent boys	Agartala, Tripura, India	8-16	208	39.90	–	Sarkar, 2015
Rural adolescent girls	Paschim Medinipur, West Bengal, India	10-19	386	–	35.75	De, 2016
Rural adolescents	Howrah, Birbhum, Purba and Paschim Medinipur, West Bengal, India	10-17	839	46.59	50.89	Pal et al., 2016
Rural adolescent girls	Darjeeling and Jalpaiguri, West Bengal, India	9-18	500	–	26.00	Roy et al., 2016
Rural adolescent girls	Maharashtra, India	10-19	583	–	18.87	Nair et al., 2017
Rural adolescents	Barpeta, Assam, India	10-13	466	24.00	24.50	Begum, 2019
Rural adolescents	Uttar Pradesh and Bihar, India	10-19	20700	25.8	13.10	Kumar et al., 2021
Rural adolescents	Khejuri-I Block, Purba Medinipur, West Bengal, India	10-15	443	46.63	47.23	Present Study

## References

Begum G. Levels of childhood nutritional status among the Muslims of Char areas in Barpeta district, Assam. *Int. J. Community. Med. Public. Health.*, 2019, 6(2), pp. 682–689. DOI: 10.18203/2394-6040.ijcmph20190191.

Best C., Neufingerl N., van Geel, L., van den Briel T., Osendarp S. The nutritional status of school-aged children: why should we care? *Food. Nutr. Bull.*, 2010, 3, pp. 400–417. DOI: 10.1177/156482651003100303.

Bhattacharya A., Basu M., Chatterjee S., Misra R.N., Chowdhury G. Nutritional status and morbidity profile of school-going adolescents in a district of West Bengal. *Muller. J. Med. Sci. Res.*, 2015, 6, pp.10–15.

Bisai S., Bose K., Ghosh D., De K. Growth Pattern and Prevalence of Underweight and Stunting among Rural Adolescents. *J. Nepal. Paediatr. Soc.*, 2011, 31, pp. 17–24. DOI:10.3126/jnps.v31i1.3640.

Black R.E., Victora C.G., Walker S.P., Bhutta Z.A., Christian P. et al. Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *Lancet.*, 2013, 382, pp. 427–451. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)60937-X.

Bose K., Bisai S. Nutritional status of rural adolescent school children in Paschim Medinipur, West Bengal. *Indian J. Pediatr.*, 2008a, 45(6), pp.515-516.

Bose K., Bisai S. Prevalence of underweight and stunting among school children in West Bengal. *Indian J. Pediatr.*, 2008b, 75(12), pp.1272–1272. DOI: 10.1007/S12098-008-0167-6.

Bose K., Bisai S. Prevalence of undernutrition among rural adolescents of West Bengal, India. *J. Trop. Pediatr.*, 2008c, 54, pp. 422–423. DOI: 10.1093/tropej/fmn044.

Cole T.J., Bellizzi M.C., Flegal K.M., Dietz W.H. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ (Clinical research ed.)*, 2000, 320, pp. 1240–1243. DOI: 10.1136/bmj.320.7244.1240.

Cole T.J., Flegal K.M., Nicholls D., Jackson A.A., Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: International survey. *BMJ.*, 2007, 335 (7612), pp.1–8. DOI: 10.1136/bmj.39238.399444.55.

Darling A.M., Fawzi W.W., Barik A., Chowdhury A., Rai R.K. Double burden of malnutrition among adolescents in rural West Bengal, India. *Nutr. J.*, 2020, 79-80, pp. 1108–1109. DOI: 10/1016/j.nut.2020.110809.

Das D.K., Biswas R. Nutritional status of adolescent girls in a rural area of north 24 parganas district, West Bengal. *Indian J. Public Health*, 2005, 49(1), pp.18–21.

Das N.K., Sarkar G.N. Assessment of Under-weight among adolescent in rural areas of Bankura, West Bengal, India. *Int. J. Curr. Res.*, 2013, 5, pp. 2315-2317.

De K. A Comparative Study on Nutritional Status of Adolescent Girls of Different Rural Areas of West Bengal. *Anthropol.*, 2016, 4(4), pp. 1-3. DOI:10.4172/2332-0915.1000173.

De K. A Comparative Study on Nutritional Status of Adolescent Girls of Different Rural Areas of West Bengal. *Anthropol.*, 2016, 4(4), pp. 1-3. DOI:10.4172/2332-0915.1000173.

- Dey I., Biswas K., Ray K., Bhattacharjee S., Chakraborty M. et al. Nutritional status of school going adolescents in a rural block of Darjeeling, West Bengal, India. *Health.*, 2011, 2(3), pp. 75-77.
- Kumar A.T. Nutritional status of adolescent girls in rural Tamilnadu. *Natl. J. Community. Med.*, 2012, 1 (1), pp. 48-51.
- Kumar P., Srivastava S., Chauhan S., Patel R., Marbaniang S.P. et al. Associated factors and socio-economic inequality in the prevalence of thinness and stunting among adolescent boys and girls in Uttar Pradesh and Bihar, India. *PLoS. ONE*, 2021, 16(2), pp. 1-20. DOI: 10.1371/journal.pone.0247526.
- Lohman T.G., Roche A.F., Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Chicago: Human Kinetics Books, 1988.
- Maiti S., Chatterjee K., Ali K.M., Ghosh D., Paul S. Assessment of Nutritional Status of Rural Early Adolescent School Girls in Dantan II block, Paschim Medinipur District, West Bengal. *Natl. J. Community. Med.*, 2011a, 2(1), pp.14-18.
- Maiti S., Ghosh D., Paul S. Prevalence of thinness among early adolescent in rural school girls of Paschim Medinipur, West Bengal, India. *J. Trop. Pediatrics*, 2011b, 57(6), pp. 496-497. DOI: 10.1093/tropej/fmr005.
- Misra M., Aggarwal A., Miller K.K. Almazan C., Worley M. et al. Effects of anorexia nervosa on clinical, hematologic, biochemical, and bone density parameters in community-dwelling adolescent girls. *Pediatrics.*, 2004, 114, pp. 1574-1583. DOI: 10.1542/peds.2004-0540.
- Mondal N., Sen, J. Prevalence of stunting and thinness among rural adolescents of Darjeeling district, West Bengal, India. *Ital. J. Public. Health*, 2010a, 8, pp. 54-61. DOI: 10.2427/5747.
- Mondal N., Sen J. Thinness is a major underlying problem among Indian children. *J. Trop. Pediatr.*, 2010b, 56(6), pp. 456-458. DOI: 10.1093/tropej/fmq014.
- Mondal N. Thinness as major underlying problem among adolescents of Northeast India. *J. Nepal. Paediatr. Soc.*, 2014, 34 (1), pp. 39-47. DOI: 10.3126/jnps.v34i1.8922.
- Nair A., Doibale M., Kuril B., Dimple V. Study of nutritional status of adolescent girls in a rural area of a district of Maharashtra. *Int. J. Community Med. Public Health*, 2017, 4, pp. 4617-4622. DOI: 10.18203/2394-6040.ijcmph20175340.
- Nube M., Asenso O.W.K., Vanderbloom G.J.M. Body Mass Index as an indicator of standard of living in developing countries. *Eur. J. clin. Nutr.*, 1998, 79, pp. 1086-1091. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1600528.
- de Onis M., Brance F. Childhood stunting: A global perspective. *Mater. Child. Nutr.*, 2016, pp.12-26. DOI: 10.1371/journal.pone.0256729.
- Pal A., Pari A., Sinha A., Dhara P. Prevalence of undernutrition and associated factors: A cross-sectional study among rural adolescents in West Bengal, India. *Int. J. Pediatr. Adolesc. Med.*, 2016, 4, pp. 9-18. DOI: 10.1016/j.ijpam.2016.08.009.
- Pramanik P., Banerjee S.B., Dutta S. Health status of pre-menarcheal and post-menarcheal adolescent girls in West Bengal, India. *Int. J. Res. Med. Sci.*, 2015, 3(8), pp. 1979-1984. DOI: 10.18203/2320-6012.ijrms20150312.
- Prashant K., Shaw C. Nutritional status of adolescent girls from an urban slum area in South India. *Indian. J. Pediatr.*, 2009, 76(5), pp. 501-504. DOI: 10.1007/s12098-009-0077-2.
- Richter L. Studying Adolescence. *Science*, 2006, 312, pp. 1902-1905. DOI: 10.1126/science.1127489.
- Roy S., Barman S., Mondal N., Sen J. Prevalence of stunting and thinness among adolescent girls belonging to the Rajbanshi population of West Bengal, India. *J. Nepal Paediatr. Soc.*, 2016, 36(2), pp. 147-155. DOI: 10.3126/jnps.v36i2.14535.
- Sarkar S.R. *Prevalence of stunting and thinness among Bengali children and adolescent boys of Agartala, Tripura, India*. *Asian. J. Pharm. Hea. Sci.*, 2015, 5(1), pp. 1210-1213.
- Tanner J.M. *Growth at Adolescence* (2<sup>nd</sup> ed.). Oxford: Blackwell Scientific, 1992.
- The World Bank. Helping India combat persistently high rates of malnutrition. 2013. Available from: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2013/05/13/helping-india-combat-persistently-high-rates-of-malnutrition>. Accessed on 20<sup>th</sup> September, 2022.
- Venkaiah K., Damayanti K., Nayak M.U., Vijayaraghavan K. Diet and Nutritional Status of Rural Adolescents in India. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2002, 56, pp.1119-1125. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1601457.
- World Health Organization, *Physical status: The use and interpretation of anthropometry. Technical report series*. Geneva. 1995. Report No. 854, pp. 354-374.
- World Health Organization. Malnutrition. 2021. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>. Accessed on 20<sup>th</sup> September, 2022.

#### Information about authors

Saheli Biswas; ORCID: 0000-0002-8178-9271; [sahelibiswas171996@gmail.com](mailto:sahelibiswas171996@gmail.com);

Mahua Chanak; ORCID: 0000-0002-6271-5517; [mahua95@live.com](mailto:mahua95@live.com);

Kaushik Bose, PhD, prof.; ORCID: 0000-0003-2283-4682; [kaushikbose@cantab.net](mailto:kaushikbose@cantab.net).

Бисвас С., Чанак М., Бозе К.

*Кафедра антропологии, Университет Видьясагар,  
Миднапур-721102, Западная Бенгалия, Индия*

## **ПОПЕРЕЧНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПИТАНИЯ СЕЛЬСКИХ БЕНГАЛЬЦЕВ В ВОЗРАСТЕ 10-15 ЛЕТ ИЗ ПУРБА-МЕДИНИПУР, ЗАПАДНАЯ БЕНГАЛИЯ, ИНДИЯ**

**Вступление.** Подростковый период онтогенеза требует особого наблюдения, поскольку именно в эти годы происходит связь межпоколенных факторов и факторов раннего детства, оказывающих влияние на результаты взросления. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рассматривает интервал 10-19 лет как подростковый период, являющийся важным этапом роста и развития в течение жизни. В настоящем исследовании оценивался статус питания подростков из двух деревень Пурба-Мединипур, Западная Бенгалия, Индия.

**Материалы и методы.** Было проведено поперечное исследование 443 (208 мальчиков; 235 девочек) сельских старшеклассников в возрасте 10-15 лет из деревень Аджайя и Деульпота, квартал Хеджури-1, округ Пурба-Мединипур, Западная Бенгалия, Индия, с целью оценки характера их роста и состояния питания. Антропометрические признаки, включающие длину (см) и массу тела (кг), обхват середины предплечья (см), были измерены по стандартным методикам. Задержка роста, недостаточный вес и худоба (истощение) использовались в качестве показателей состояния питания.

**Результаты.** Общая распространенность задержки роста, недостаточного веса и худобы составила 20.32%, 1.81% и 46.95% соответственно. Распространенность задержки роста была одинаковой у обоих полов (20.67% у мальчиков; 20.0% у девочек). Распространенность худобы была очень высока среди обследованных участников (46.63% у мальчиков; 47.23% у девочек). Согласно классификации ВОЗ для оценки тяжести недоедания, показатели задержки роста и недостаточного веса были средними и низкими у представителей обоего пола соответственно. Однако у них была очень высокая распространенность худобы, что указывало на критическую ситуацию с недостаточным питанием.

**Заключение.** Состояние питания этих сельских подростков, посещавших школу, было неудовлетворительным. Существующая распространенность задержки роста и худобы среди исследуемой популяции указывает на хронический дефицит питательных веществ, в то время как низкая распространенность недостаточного веса отражает то, что хроническое лишение пищи, которому они подвергались, было в детстве, а не в недавний период. Для решения этой проблемы необходимы последующие исследования и вмешательство государственных структур.

**Ключевые слова:** сельская местность; бенгальцы; подростки; пищевой стресс; задержка роста; недостаточный вес; худоба; биологическая антропология

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-23-15-1-4 (LJA)

### **Информация об авторах**

Бисвас С.; ORCID: 0000-0002-8178-9271;  
sahelibiswas171996@gmail.com;

Чанак М.; ORCID: 0000-0002-6271-5517;  
mahua95@live.com;

Бозе К., PhD, prof.; ORCID: 0000-0003-2283-4682;  
kaushikbose@cantab.net.

Поступила в редакцию 13.09.2022,  
принята к публикации 20.10.2022.



Парфентьева О.И.<sup>1)</sup>, Сонькин В.Д.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии,  
ул. Моховая, д. 11, Москва, 125009, Россия

<sup>2)</sup> Институт возрастной физиологии РАО, ул. Погодинская,  
д. 8, корп. 2, Москва, 119121, Россия

## НЕЛИНЕЙНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОТОРНОГО РАЗВИТИЯ ОТ ИМТ У МАЛЬЧИКОВ-ШКОЛЬНИКОВ 7–12 ЛЕТ

**Введение.** Ожирение в детском и подростковом возрасте ассоциировано с ухудшением моторного развития. Однако остается открытым вопрос о влиянии недостаточного веса на моторное развитие, а также о паттерне зависимости показателей моторного развития от индекса массы тела (ИМТ). Целью данной работы была оценка зависимости показателей моторного развития от ИМТ среди мальчиков 7–12 лет.

**Материалы и методы.** Данные были собраны в 38 субъектах 8 федеральных округов РФ среди мальчиков 7–12 лет из 1–5 классов. Оценивали длину и массу тела, определяли ИМТ. На уроках физкультуры оценивались показатели моторного развития, а именно: результаты бега 6 минут (метры), челночного бега 3 по 10 метров (секунды), прыжка в длину с места (см), наклона вперед из положения стоя (см) и спринтерского бега 30 метров (секунды). Итоговый массив включал 54 381 наблюдение. Строились линейная, квадратичная и обобщенные аддитивные модели для определения паттерна зависимости показателей моторного развития от ИМТ.

**Результаты.** Показано, что высокие значения ИМТ ассоциированы с менее успешным выполнением двигательных тестов на развитие показателей выносливости и скоростно-силовых способностей. Дети с нормальным и недостаточным весом практически не отличались по результатам двигательных тестов. Несмотря на низкий процент объясненной дисперсии показателей моторного развития, прослеживается четкая зависимость между развитием некоторых моторных навыков и ИМТ. Для группы 7-летних детей четкой зависимости между развитием моторики и ИМТ не было. В то время как для возрастных групп 8–12 лет выявленная модель проявляется в форме J-образной зависимости двигательных возможностей от ИМТ.

**Заключение.** Выявлено, что для группы детей 8–12 лет нелинейная (квадратичная) функция лучше всего описывает зависимость показателей моторного развития от ИМТ. Можно полагать, что построение моделей, учитывающих нелинейные взаимодействия между показателями моторного развития и ИМТ с учетом других факторов, поможет выявить зону условного оптимума состава тела с точки зрения адаптационного потенциала организма и сопоставить её параметры у представителей разного пола и возраста.

**Ключевые слова:** биологическая антропология; моторное развитие; ИМТ; популяционный мониторинг; школьники; нелинейные взаимодействия; возрастная физиология

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-23-15-1-5 (LJA)

## Введение

Ожирение в детском и подростковом возрасте ассоциировано с ухудшением общего состояния здоровья и имеет устойчивый трекинг во взрослую жизнь [Петеркова с соавт., 2021]. С 1976 по 2013 год число случаев ожирения среди детей выросло на 47%, около 340 миллионов детей и подростков по всему миру имеют признаки избыточного жираотложения [WHO, 2015]. В Российской Федерации в 2010–2012 годах было выявлено около 6% случаев ожирения среди детей и подростков 5–18 лет [Соболева с соавт., 2014]. Чаще всего встречается простое (конституционально-экзогенное, идиопатическое) ожирение, обусловленное избыточным потреблением высококалорийной пищи и снижением двигательной активности [Петеркова с соавт., 2021]. Как правило, дебют простого детского ожирения наблюдается в двух возрастных диапазонах: в возрасте 5 лет и в подростковом возрасте [Петеркова с соавт., 2021]. Одно из последствий избыточного жираотложения в детском возрасте – это ухудшение показателей моторного развития [D'hondt et al., 2011; Castetbon, Andreyeva, 2012; Chivers et al., 2013; Kakebeeke et al., 2017; Barros et al., 2021; Nobre et al., 2022]. Дети с ожирением в 5-летнем возрасте хуже справляются с тестовыми заданиями на двигательную активность при поступлении в школу, чем дети, у которых в этот период вес был в норме [Nobre et al., 2022]. Большинство исследователей при оценке влияния состава тела на показатели моторного развития акцентируют свое внимание на дошкольниках и подростках с избыточной массой и ожирением, часто упуская из виду ту часть диапазона индекса массы тела (ИМТ), где он представлен более низкими значениями, чем популяционная средняя. Ранее было показано, что сниженный уровень ИМТ, который может отражать недостаточное развитие скелетной мускулатуры, также ассоциирован с ухудшением развития моторики у детей [Altero et al., 2010]. Только в нескольких исследованиях был проанализирован паттерн зависимости показателей моторного развития от всего диапазона ИМТ, авторы пришли к выводу, что указанная зависимость может иметь нелинейный характер [Bovet et al., 2007, Huang, Malina, 2008; Lopes et al., 2018]. Поскольку оптимальность величины ИМТ

с точки зрения реализации двигательной функции может варьировать от популяции к популяции, необходимо проведение исследований для российской выборки детей.

Целью данной работы была оценка зависимости показателей моторного развития от ИМТ среди мальчиков 7–12 лет из 38 регионов РФ.

## Материал и методы

Данные были собраны в 38 субъектах 8 федеральных округов РФ в ходе мониторинга физического здоровья школьников, проводимого Институтом возрастной физиологии Российской академии образования по заказу Министерства просвещения (2021–2022 гг.). Медицинские работники в школах оценивали длину в сантиметрах (см) и массу тела в килограммах (кг) ребенка. В итоговый массив были включены только данные мальчиков с 1 по 5 класс. На уроках физкультуры оценивались показатели моторного развития, а именно: результаты бега 6 минут (метры), челночного бега 3 по 10 метров (секунды), прыжка в длину с места (см), наклона вперед из положения стоя (см) и спринтерского бега 30 метров (секунды). Рассчитывали индекс массы тела (ИМТ) как отношение массы тела (кг) к квадрату длины тела ( $m^2$ ). Проводили расчет z-значений ИМТ (z-оценок или SDS) относительно референтной выборки в зависимости от возраста в месяцах. В качестве референтной выборки были использованы данные Всемирной организации здравоохранения [Onis et al., 2007].

Для определения возрастной группы возраст обследованных округляли до целого числа следующим образом. К группе детей 7 лет относили детей в возрасте от 6 лет и 6 месяцев до 7 лет 5 месяцев и 29 дней. К группе детей 8 лет относили детей в возрасте от 7 лет и 6 месяцев до 8 лет 5 месяцев и 29 дней и т.д.

Исходный массив содержал 63 442 наблюдения. Очистка массива данных проводилась по протоколу, представленному в работе Corrales с соавторами [Corrales et al., 2018]. Оценивали количество пропущенных значений, их паттерн, уникальность значений и наличие выделяющихся из общего распределения наблюдений. Повторяющиеся и выделяющиеся из общего распределения наблюдения удаляли.

Были исключены дети, чья группа здоровья была выше II. Итоговый массив содержал 54 381 наблюдение. В таблице 1 представлена численность обследованных мальчиков в 6 возрастных группах.

Статистический анализ проводили в программной среде R (версия 4.2.1). Сначала дети были разделены на подгруппы в зависимости от z-значений ИМТ, как рекомендовано Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ). Дети, чей ИМТ находился в диапазоне от  $-2$  до  $1$  стандартного отклонения ( $-2 < SDS < 1$ ) были отнесены к подгруппе детей с нормальным весом. К подгруппе детей с недостаточным и избыточным весом были отнесены дети с ИМТ  $SDS \leq -2$  и  $\geq 1$  соответственно. К группе с ожирением были отнесены дети с ИМТ  $SDS \geq 2$ . Абсолютная и относительная численности обследованных подгрупп представлены в таблице 1.

Для всех показателей, отражающих моторное развитие, были рассчитаны стандартизированные оценки как отношение разницы случайной величины и ее математического ожидания к стандартному отклонению. Затем рассчитывалась сумма стандартизированных оценок всех тестов с учетом смены знака по результатам тестов «Челночный» и «спринтерский бег». То есть сумма рассчитывалась по следующей формуле: стандартизированная оценка теста «Бег 6 минут» + стандартизированная оценка теста «Прыжок с места» + стандартизированная оценка теста «Наклон вперед» – стандартизированная оценка теста «Челночный бег» – стандартизированная оценка теста «Сприн-

терский бег». Стандартизированные оценки рассчитывались для каждой возрастной группы.

Сравнение показателей моторного развития проводилось с помощью критерия Уилкоксона с поправкой Хохберга на множественное тестирование. Рассчитывали размер эффекта (отношение Z-статистики к квадрату из N), как показатель количественной разницы между исследуемыми группами. Затем выборка была разделена на тестовую и обучающую. Тестовая выборка включала 30% наблюдений, а обучающая выборка – 70% от итогового массива. Разделение проводилось таким образом, чтобы в группах было сбалансированное количество наблюдений относительно возрастной группы, ИМТ и остальных показателей. Строились линейная, квадратичная и обобщенные аддитивные модели. Для построения обобщенных аддитивных моделей использовали заданные параметрами пакета параметры. Максимальное количество сплайнов определялось как 4. Качество моделей оценивали с помощью стандартных метрик: информационных критериев AIC и  $R^2$ . Модели строились на основе исходных данных ИМТ для каждой возрастной группы отдельно. Выбиралась лучшая по метрикам качества модель, которая затем оценивалась на тестовой выборке. Для очистки массива данных использовали следующие пакеты, реализованные в программной среде R: «VIM», «mice», «dbscan». Для построения моделей использовали пакет «mgcv». Диагностика моделей проводилась с помощью пакета «mgcViz».

**Таблица 1. Численность обследованных мальчиков в зависимости от возрастной группы**  
**Table 1. Sample size of studied groups in accordance to age**

Нутритивный статус	Параметр	Возрастная группа					
		7 лет	8 лет	9 лет	10 лет	11 лет	12 лет
Недостаточная МТ	N	236	1235	1325	1011	815	550
	%	<b>19</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>4,5</b>
	95% ДИ	16–21	15–17	11–13	8–10	8–10	4–5
Нормальная МТ	N	850	5443	6957	7006	6468	6078
	%	<b>66</b>	<b>69</b>	<b>65</b>	<b>62,5</b>	<b>57</b>	<b>51,5</b>
	95% ДИ	64–69	68–70	64–36	62–64	56–58	51–53
Избыточная МТ	N	96	654	1315	1514	1859	2193
	%	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>13,5</b>	<b>16</b>	<b>19</b>
	95% ДИ	6–9	7–9	11–13	13–14	15–17	18–20
Ожирение	N	99	610	1144	1669	2292	2962
	%	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
	95% ДИ	6–9	7–9	10–12	14–16	19–21	24–26
Общая численность		1281	7942	10741	11200	11434	11783

## Результаты

Среди обследованных мальчиков недостаточный вес встречался у 9,5% детей (95% ДИ: 9,2÷9,7), нормальный вес – у 60,2% детей (95% ДИ: 59,8÷60,6), избыточный вес и ожирение – у 30,3% детей (95% ДИ: 29,9÷30,7). Наибольшее число случаев избыточного веса и ожирения выявлено в группе мальчиков 12 лет, а наименьшее – в группе 7 и 8 лет (табл. 1).

В таблице 2 представлены результаты тестирования мальчиков 7–12 лет из 38 регионов РФ в зависимости от z-значений ИМТ. В среднем дети с избыточным весом и ожирением были на 2–5 см выше своих сверстников с нормальным весом (табл. 2). При этом дети с нормальным и недостаточным весом практически не отличались.

**Таблица 2. Общая характеристика мальчиков 7 – 12 лет в зависимости от z-значений ИМТ относительно референтной выборки ВОЗ**  
**Table 2. Sample characteristics of group of boys aged 7-12 years in accordance to the z-score of BMI values calculated using WHO criteria**

Возрастная группа, лет	Недостаточная МТ		Нормальная МТ		Избыточная МТ		Ожирение	
	Me (Q1:Q3)	P	Me (Q1:Q3)	Me (Q1:Q3)	P	Me (Q1:Q3)	P	
Длина тела, см								
7	<b>122</b> (119:125)	ns	<b>123</b> (119:127)	<b>125</b> (121:130)	*	<b>125</b> (120:130)	ns	
8	<b>124</b> (120:128)	*	<b>126</b> (122:130)	<b>128</b> (124:132)	*	<b>129</b> (123:134)	*	
9	<b>130</b> (124:135)	ns	<b>130</b> (127:135)	<b>134</b> (129:139)	*	<b>135</b> (130:140)	*	
10	<b>135</b> (130:140)	ns	<b>135</b> (131:140)	<b>138</b> (134:143)	*	<b>140</b> (135:145)	*	
11	<b>141</b> (135:147)	ns	<b>141</b> (136:146)	<b>143</b> (138:148)	*	<b>145</b> (140:150)	*	
12	<b>146</b> (141:152)	ns	<b>147</b> (141:152)	<b>148</b> (142:154)	ns	<b>150</b> (145:156)	*	
Масса тела, кг								
7	<b>20</b> (19:21)	*	<b>24</b> (22:26)	<b>30</b> (28:32)	*	<b>34</b> (31:37)	*	
8	<b>21</b> (20:22)	*	<b>25</b> (23:28)	<b>31</b> (29:34)	*	<b>36</b> (33:39)	*	
9	<b>23</b> (21:25)	*	<b>28</b> (25:30)	<b>35</b> (32:37)	*	<b>40</b> (36:43)	*	
10	<b>25</b> (23:27)	*	<b>30</b> (28:33)	<b>37</b> (35:40)	*	<b>43</b> (40:48)	*	
11	<b>28</b> (25:27)	*	<b>33</b> (30:36)	<b>40</b> (37:43)	*	<b>47</b> (43:51)	*	
12	<b>30</b> (28:32)	*	<b>36</b> (33:40)	<b>43</b> (39:46)	*	<b>50</b> (46:56)	*	
Спринтерский бег 30 м, секунды								
7	<b>6,9</b> (6,3:7,2)	ns	<b>6,8</b> (6,3:7,0)	<b>6,9</b> (6,4:7,4)	ns	<b>6,9</b> (6,7:7,5)	*	
8	<b>6,8</b> (6,3:7,0)	ns	<b>6,8</b> (6,2:7,0)	<b>6,8</b> (6,3:7,2)	ns	<b>6,9</b> (6,5:7,4)	*	
9	<b>6,5</b> (6,0:7,0)	ns	<b>6,4</b> (6,0:6,9)	<b>6,5</b> (6,0:7,0)	ns	<b>6,8</b> (6,2:7,2)	*	
10	<b>6,1</b> (5,6:6,6)	ns	<b>6,1</b> (5,7:6,6)	<b>6,2</b> (5,8:6,7)	*	<b>6,4</b> (5,9:6,9)	*	
11	<b>5,9</b> (5,5:6,4)	ns	<b>5,9</b> (5,4:6,4)	<b>6,0</b> (5,5:6,4)	*	<b>6,1</b> (5,7:6,6)	*	
12	<b>5,7</b> (5,4:6,0)	ns	<b>5,7</b> (5,3:6,0)	<b>5,8</b> (5,3:6,1)	*	<b>5,9</b> (5,5:6,3)	*	
Стайерский бег 6 минут, метры								
7	<b>800</b> (658:950)	ns	<b>800</b> (700:930)	<b>800</b> (600:903)	ns	<b>800</b> (700:900)	ns	
8	<b>850</b> (700:950)	ns	<b>850</b> (730:960)	<b>850</b> (720:951)	ns	<b>800</b> (700:900)	*	
9	<b>900</b> (790:100)	ns	<b>910</b> (800:1000)	<b>900</b> (790:1000)	ns	<b>850</b> (700:1000)	*	
10	<b>1000</b> (850:110)	ns	<b>1000</b> (850:1000)	<b>992</b> (820:1080)	ns	<b>918</b> (800:1000)	*	
11	<b>1000</b> (900:1186)	ns	<b>1050</b> (900:1180)	<b>1000</b> (900:1000)	*	<b>960</b> (850:110)	*	
12	<b>1100</b> (1000:1200)	ns	<b>1100</b> (1000:1210)	<b>1050</b> (950:1050)	*	<b>1000</b> (900:1150)	*	

Примечание. Медиана – Me, межквартильный размах – Q1:Q3, МТ – масса тела, \* –  $P_{adj} < 0,05$  (после поправки на множественное тестирование) при сравнении группы с нормальной МТ против группы с недостаточной, избыточной массой тела и ожирением.

Notes. Median – Me, interquartile range – Q1:Q3, \* –  $P_{adj} < 0,05$  (after Hochberg correction) comparison of normal weight with underweight, overweight and obese.

**Есть продолжение**  
**Continued**

Продолжение таблицы 2  
Table 2 continued

Возрастная группа, лет	Недостаточная МТ		Нормальная МТ		Избыточная МТ		Ожирение	
	Me (Q1:Q3)	P	Me (Q1:Q3)	P	Me (Q1:Q3)	P	Me (Q1:Q3)	P
Челночный бег 10х3, секунды								
7	<b>10,3</b> (9,9:10,9)	ns	<b>10,2</b> (9,9:10,8)		<b>10,5</b> (10,0:11,0)	ns	<b>10,5</b> (10:11,0)	ns
8	<b>10,2</b> (9,9:10,8)	ns	<b>10,1</b> (9,8:10,7)		<b>10,3</b> (9,9:10,8)	ns	<b>10,3</b> (9,9:10,9)	ns
9	<b>9,8</b> (9,1:10,3)	ns	<b>9,8</b> (9,1:10,2)		<b>9,8</b> (9,2:10,3)	ns	<b>10,0</b> (9,5:10,5)	*
10	<b>9,3</b> (8,9:9,9)	ns	<b>9,3</b> (8,8:9,9)		<b>9,4</b> (8,9:9,9)	ns	<b>9,6</b> (9,0:10,1)	*
11	<b>9,2</b> (8,7:9,7)	ns	<b>9,0</b> (8,6:9,7)		<b>9,3</b> (8,7:9,8)	ns	<b>9,4</b> (8,9:9,9)	*
12	<b>9,0</b> (8,5:9,8)	ns	<b>8,9</b> (8,4:9,7)		<b>9,0</b> (8,5:9,8)	ns	<b>9,1</b> (8,6:9,9)	*
Прыжок с места, см								
7	<b>116</b> (107:126)	ns	<b>120</b> (110:130)		<b>119</b> (110:130)	ns	<b>118</b> (110:129)	ns
8	<b>120</b> (110:132)	ns	<b>120</b> (112:135)		<b>120</b> (110:130)	ns	<b>115</b> (105:130)	*
9	<b>130</b> (120:145)	ns	<b>133</b> (120:146)		<b>130</b> (120:145)	ns	<b>127</b> (115:140)	*
10	<b>143</b> (130:155)	ns	<b>142</b> (130:155)		<b>140</b> (130:154)	*	<b>135</b> (121:149)	*
11	<b>154</b> (140:165)	ns	<b>152</b> (140:165)		<b>150</b> (139:163)	*	<b>145</b> (132:158)	*
12	<b>160</b> (147:170)	ns	<b>160</b> (150:171)		<b>159</b> (148:170)	*	<b>155</b> (140:165)	*
Наклон вперед из положения стоя, см								
7	<b>4</b> (2:7)	ns	<b>4</b> (2:6)		<b>3</b> (2:6)	ns	<b>3</b> (1:5)	ns
8	<b>4</b> (2:6)	ns	<b>4</b> (2:6)		<b>4</b> (2:6)	ns	<b>3</b> (1:5)	*
9	<b>4</b> (2:7)	ns	<b>4</b> (2:7)		<b>4</b> (2:7)	ns	<b>4</b> (2:6)	*
10	<b>5</b> (3:8)	ns	<b>5</b> (3:8)		<b>5</b> (3:8)	ns	<b>4</b> (2:6)	*
11	<b>6</b> (3:9)	ns	<b>5</b> (3:8)		<b>5</b> (3:8)	ns	<b>5</b> (2:7)	*
12	<b>5</b> (3:8)	ns	<b>6</b> (3:9)		<b>6</b> (3:9)	ns	<b>5</b> (2:8)	*
Сумма стандартизированных оценок показателей моторного развития								
7	<b>0.0</b> (-1.5:2.6)	ns	<b>0.2</b> (-1.9:2.5)		<b>-0.4</b> (-1.7:2.0)	ns	<b>-1.4</b> (-2.3:1.9)	ns
8	<b>0.1</b> (-2.0:2.0)	ns	<b>0.3</b> (-1.9:2.5)		<b>-0.1</b> (-2.1:1.9)	ns	<b>-1.1</b> (-3.5:1.0)	*
9	<b>0.1</b> (-2.4:2.3)	ns	<b>0.4</b> (-1.8:2.6)		<b>-0.1</b> (-2.0:2.2)	*	<b>-1.2</b> (-2.9:0.9)	*
10	<b>0.5</b> (-1.7:2.6)	ns	<b>0.4</b> (-1.7:2.7)		<b>0.0</b> (-2.1:2.2)	*	<b>-1.1</b> (-3.1:1.5)	*
11	<b>0.5</b> (-1.7:2.7)	ns	<b>0.7</b> (-1.4:2.8)		<b>0.0</b> (-2.1:2.3)	*	<b>-1.0</b> (-3.0:1.0)	*
12	<b>0.0</b> (-1.9:2.0)	*	<b>0.7</b> (-1.4:2.8)		<b>0.1</b> (-1.9:2.3)	*	<b>-0.8</b> (-2.9:1.4)	*

Размер эффекта варьировал от 0,08 до 0,22. Наибольший размер эффекта был достигнут при сравнении длины тела между группами мальчиков 10–12 лет с нормальным весом и ожирением по ИМТ (табл. 3).

По показателям моторного развития мальчики с недостаточным и нормальным весом практически не отличались (табл. 2). Наибольшая разница была достигнута между группой детей с нормальным весом и ожирением. Дети с нормальным ИМТ в среднем лучше справлялись с тестовыми заданиями, чем дети с высокими значениями ИМТ. Например, разница в результатах стайерского бега увеличивалась с возрастом (табл. 2). В 7-летнем возрасте разницы между детьми из указанных групп не было, в 8–10 лет она варьировала от 50 до 80 метров, к 11–12 годам она достигала 100 метров (табл. 2).

По спринтерскому бегу и челночному бегу разница составила 0,1–0,4 секунды. По прыжку с места 2–7 сантиметров. По наклону вперед из положения стоя разница была незначительной. Наибольший размер эффекта был обнаружен при сравнении показателей моторного развития детей с нормальным весом и признаками ожирения в возрастных группах 10–12 лет (табл. 3). В остальных случаях количественная разница была незначительной.

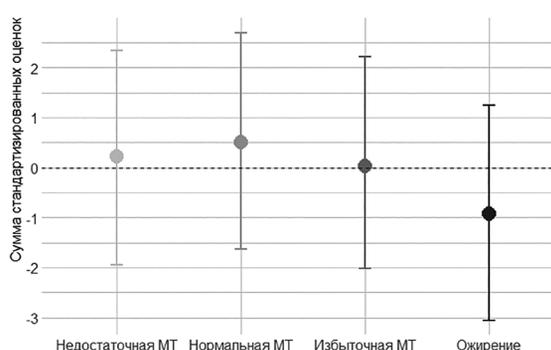
Дополнительно была рассчитана сумма стандартизированных оценок показателей моторного развития (табл. 2). У 57% (95% ДИ: 56–57) детей с нормальной массой тела сумма стандартизированных оценок показателей моторного развития была выше популяционного среднего. Аналогично с двигательными тестами справились дети с недостаточной массой тела

**Таблица 3. Размер эффекта, полученный при сравнении группы мальчиков с нормальным весом и групп с недостаточным, избыточным весом и ожирением**  
**Table 3. Effect size between the group of normal weight and the groups of underweight, overweight and obese subjects**

Возрастная группа, лет	Недостаточная МТ	Избыточная МТ	Ожирение по ИМТ
Длина тела			
7	0,09	0,12	0,08
8	0,10	0,10	0,11
9	0,08	0,14	0,18
10	0,03	0,14	0,22
11	0,01	0,12	0,22
12	0,01	0,05	0,20
Спринтерский бег (30 метров)			
7	0,05	0,05	0,14
8	0,02	0,03	0,10
9	0,04	0,02	0,13
10	0,01	0,05	0,13
11	0,01	0,05	0,16
12	0,03	0,05	0,17
Стайерский бег (6 минут)			
7	0,01	0,05	0,02
8	0,02	0,01	0,09
9	0,02	0,04	0,10
10	0,00	0,04	0,12
11	0,03	0,08	0,18
12	0,00	0,09	0,20
Челночный бег			
7	0,03	0,07	0,06
8	0,03	0,04	0,07
9	0,01	0,04	0,12
10	0,00	0,04	0,12
11	0,03	0,05	0,15
12	0,04	0,04	0,13
Прыжок с места			
7	0,06	0,02	0,03
8	0,04	0,03	0,10
9	0,04	0,04	0,13
10	0,01	0,05	0,16
11	0,00	0,05	0,17
12	0,04	0,05	0,18
Наклон вперед из положения стоя			
7	0,05	0,01	0,06
8	0,01	0,01	0,07
9	0,03	0,03	0,08
10	0,00	0,00	0,10
11	0,04	0,02	0,07
12	0,02	0,01	0,09

(58%, 95%ДИ: 57–60%). Среди детей с избыточной массой тела и ожирением только 50% (95%ДИ: 49–50%) и 38% (95%ДИ: 37–39%) имели сумму стандартизованных оценок выше популяционного среднего ( $P_{adj}=4 \times 10^{-12}$  и  $P_{adj}=3 \times 10^{-20}$ ). Как видно из рисунка 1, дети с

Возрастная группа, лет	Недостаточная МТ	Избыточная МТ	Ожирение по ИМТ
Сумма стандартизованных оценок показателей моторного развития			
7	0,01	0,04	0,08
8	0,03	0,03	0,12
9	0,05	0,05	0,15
10	0,00	0,05	0,15
11	0,02	0,08	0,22
12	0,05	0,07	0,21



**Рисунок 1. Сумма стандартизованных оценок двигательных тестов в зависимости от нутритивного статуса**  
**Figure 1. Sum of z-scores of motor skills according to nutritional status**

ожирением хуже всех справлялись с двигательными тестами. Их суммарная оценка варьировала от  $-1,4$  до  $-0,8$  в зависимости от возраста (табл. 2). В то же время у детей с нормальным весом она была выше – от  $0,3$  до  $0,7$  (рис. 1). Размер эффекта был наибольшим между этими подгруппами и достигал  $0,22$  (табл. 3). Несмотря на небольшую количественную разницу, прослеживается нелинейная зависимость между показателями моторного развития и ИМТ (рис. 1).

Поскольку наблюдалась тенденция к ухудшению показателей моторного развития с увеличением ИМТ, был оценен паттерн зависимости между показателями моторного развития и нестандартизованными данными ИМТ. В таблице 4 представлены метрики качества (информационный критерий Акаике (AIC) и коэффициент детерминации ( $R^2$ )), по которым оценивали качество построенной модели.

Метрики качества были получены на обучающей выборке. ИМТ объясняет от 0,1 до 5% изменчивости показателей моторного развития (табл. 4).

Эффективные степени свободы в обобщенных линейных моделях связаны с параметрами сглаживания и могут быть показателем линейной

**Таблица 4. Метрики качества полученных моделей (линейной, квадратичной и обобщенной аддитивной)**

**Table 4. Quality assessment of the models (linear, quadratic and GAM-models)**

Возрастная группа	Линейная		Квадратичная			Обобщенная аддитивная	
	AIC	R <sup>2</sup>	AIC	R <sup>2</sup>	edf	AIC	R <sup>2</sup>
Спринтерский бег (30 метров)							
7 лет	1810	0,01*	<b>1805</b>	<b>0,02*</b>	<b>2,2</b>	<b>1805</b>	<b>0,02*</b>
8 лет	11310	0,003*	<b>11287</b>	<b>0,01*</b>	<b>2,5</b>	<b>11284</b>	<b>0,01*</b>
9 лет	16143	0,008*	<b>16079</b>	<b>0,02*</b>	<b>1,9</b>	<b>16076</b>	<b>0,02*</b>
10 лет	15828	0,014*	<b>15789</b>	<b>0,02*</b>	<b>2,0</b>	<b>15789</b>	<b>0,02*</b>
11 лет	15312	0,02*	<b>15291</b>	<b>0,02*</b>	<b>2,4</b>	<b>15290</b>	<b>0,02*</b>
12 лет	14644	0,02*	<b>14602</b>	<b>0,03*</b>	<b>2,6</b>	<b>14604</b>	<b>0,03*</b>
Стайерский бег (6 минут)							
7 лет	8317	0	8318	0	1	8317	0
8 лет	52802	0,003*	<b>52780</b>	<b>0,009*</b>	2,41	52782	0,008*
9 лет	75337	0,008*	75302	0,01*	<b>2,9</b>	<b>75295</b>	<b>0,02*</b>
10 лет	80225	0,01*	<b>80218</b>	<b>0,01*</b>	<b>2,4</b>	<b>80217</b>	<b>0,01*</b>
11 лет	83828	0,02*	83818	0,02*	<b>2,9</b>	<b>83799</b>	<b>0,03*</b>
12 лет	88570	0,03*	88558	0,03*	<b>2,8</b>	<b>88552</b>	<b>0,03*</b>
Челночный бег (3 x 10)							
7 лет	<b>1766</b>	<b>0,005*</b>	1767	0,004	<b>1</b>	<b>1766</b>	<b>0,005*</b>
8 лет	10639	0,001*	<b>10617</b>	<b>0,006*</b>	<b>2,4</b>	<b>10617</b>	<b>0,006*</b>
9 лет	16535	0,008*	<b>16506</b>	<b>0,01*</b>	<b>2,6</b>	<b>16503</b>	<b>0,01*</b>
10 лет	16421	0,01*	<b>16377</b>	<b>0,02*</b>	<b>2,7</b>	<b>16376</b>	<b>0,02*</b>
11 лет	17587	0,01*	17574	0,02*	<b>2,9</b>	<b>17561</b>	<b>0,02*</b>
12 лет	19901	0,009*	<b>19881</b>	<b>0,01*</b>	<b>2,4</b>	<b>19884</b>	<b>0,01*</b>
Прыжок в длину с места							
7 лет	6483	0	6485	0	1	6483	0
8 лет	42307	0,002*	<b>42252</b>	<b>0,01*</b>	2,6	42254	0,01*
9 лет	58669	0,007*	<b>58611</b>	<b>0,01*</b>	<b>2,7</b>	<b>58603</b>	<b>0,01</b>
10 лет	62165	0,02*	62111	0,03*	<b>2,7</b>	<b>62111</b>	<b>0,03</b>
11 лет	63777	0,03*	63761	0,03*	<b>2,7</b>	<b>63756</b>	<b>0,03*</b>
12 лет	67079	0,02*	<b>67040</b>	<b>0,03*</b>	<b>2,7</b>	<b>67040</b>	<b>0,03*</b>
Наклон вперед из положения стоя							
7 лет	4205	0,004*	4207	0,003*	<b>2,9</b>	<b>4200</b>	<b>0,01*</b>
8 лет	25964	0,001*	25958	0,003*	<b>2,4</b>	<b>25957</b>	<b>0,004*</b>
9 лет	35449	0,003*	<b>35436</b>	<b>0,005*</b>	<b>2,5</b>	<b>35434</b>	<b>0,005*</b>
10 лет	38138	0,005*	38119	0,008*	<b>2,8</b>	<b>38112</b>	<b>0,009*</b>
11 лет	39741	0,007*	39741	0,007*	<b>1,7</b>	<b>39740</b>	<b>0,007*</b>
12 лет	42096	0,004*	42078	0,007*	<b>2,6</b>	<b>42076</b>	<b>0,007*</b>
Сумма стандартизированных оценок показателей моторного развития							
7 лет	2340	0,01	2342	0,01	1	2340	0,01
8 лет	15484	0,01*	15462	0,17*	<b>2,4</b>	<b>15461</b>	<b>0,02*</b>
9 лет	22677	0,01*	22621	0,02*	<b>2,8</b>	<b>22617</b>	<b>0,03*</b>
10 лет	23983	0,02*	<b>23962</b>	<b>0,02*</b>	<b>2,4</b>	<b>23962</b>	<b>0,02*</b>
11 лет	25456	0,03*	25428	0,04*	<b>2,9</b>	<b>25414</b>	<b>0,04*</b>
12 лет	26503	0,03*	<b>26442</b>	<b>0,05*</b>	<b>2,8</b>	<b>26442</b>	<b>0,05*</b>

Примечание. AIC – информационный критерий Акаике, R<sup>2</sup> – коэффициент детерминации, edf – эффективные степени свободы, \* – p-значение < порогового значения. Жирным выделены модели, для которых критерий AIC был наименьшим, а R<sup>2</sup> наибольшим.

Notes. AIC -The Akaike information criterion, R<sup>2</sup> – the coefficient of determination, edf – effective degree of freedom, \* – p-values less than threshold. The model that has the lowest value of AIC and the highest value of R<sup>2</sup> is highlighted in bold.

или нелинейной зависимости. Чаще всего, если их число близко к 1, то предполагается линейная зависимость. Если выше 1, то нелинейная зависимость. Для практически всех измеренных показателей моторного развития в группах 8–12 лет наблюдалась нелинейная зависимость, которая была близка к J-образной форме (рис. 2). Слишком низкие или, наоборот, высокие значения ИМТ были ассоциированы со сниженными показателями моторного развития. В группе 7-летних детей четкой зависимости обнаружено не было.

На рисунке 2 представлены графики зависимости, построенные с помощью регрессионного анализа на основе обобщенной аддитивной модели, показателей моторного развития детей 9 лет от их ИМТ. На рисунке видно, что зависимость имеет J-образную форму. В большинстве случаев пониженные или повышенные значения ИМТ связаны с ухудшением показателей моторного развития. Например, для группы мальчиков 9 лет, чей ИМТ равен 15–17,5 кг/м<sup>2</sup>, наблюдаются наилучшие показатели моторного развития. Мальчики с ИМТ менее или более этих значений в среднем справлялись с тестами хуже.

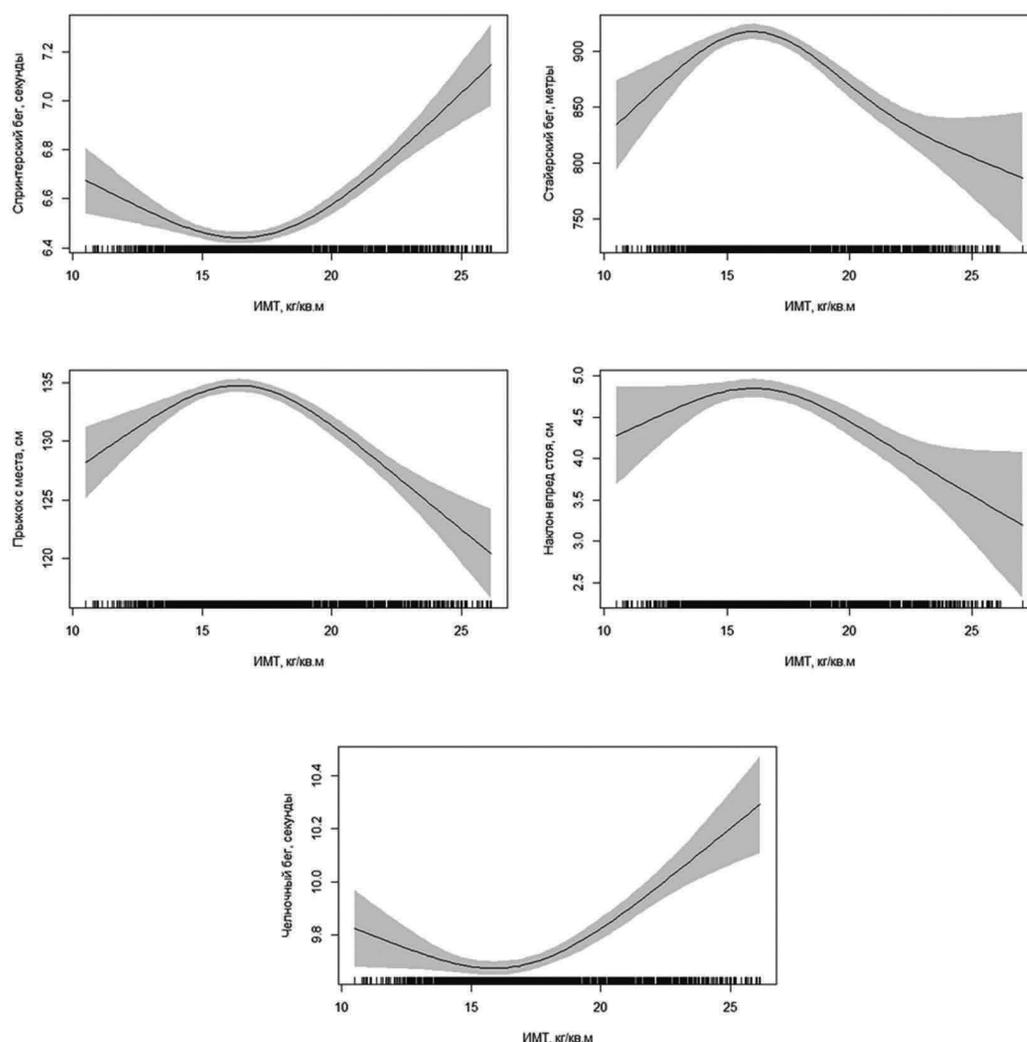


Рисунок 2. Графики зависимости показателей моторного развития детей 9 лет ( $N=10741$ ) в зависимости от ИМТ

Figure 2. Association of motor skills with body mass index in the group of 9 years old boys ( $N=10741$ )

Примечание. По оси Y – показатели двигательных тестов, по оси X – ИМТ, черная линия – линия тренда, 95% доверительный интервал отмечен серым цветом, штрихами по оси X отмечены наблюдения.

Notes. On the Y axis – results of motor skills testing, on the X axis – BMI, the black solid line – the trend line, 95% confidence interval is highlighted in grey, the observations are marked as strokes.

Аналогичные результаты были получены на тестовой выборке. Коэффициент детерминации ( $R^2$ ) варьировал от 0,01 до 5%. Как и для обучающей выборки, в большинстве случаев минимальный критерий Акаике был у моделей, где учитывались нелинейные взаимодействия между откликом и предиктором.

### Обсуждение

В данной работе анализировали паттерн зависимости показателей моторного развития и ИМТ. Выявлено, что в группах мальчиков 8–12 лет квадратичная функция лучше всего описывает зависимость показателей моторного развития от ИМТ. Описанная функция в большинстве случаев имела J-образную форму, то есть с увеличением ИМТ нелинейно снижается развитие моторики. Лучше всего с двигательными тестами справлялись дети с нормальным весом. От них практически не отличались дети с недостаточной массой тела. Хуже всего с тестами справлялись дети с ожирением, а дети с избыточной массой в большинстве случаев занимали промежуточное положение между детьми с нормальным весом и ожирением. При этом наибольшие размеры эффекта между указанными группами были обнаружены среди детей 10–12 лет. В группе 7-летних четкой зависимости между развитием моторики и ИМТ обнаружено не было.

Влияние избыточной массы и ожирения на моторное развитие у детей подробно рассмотрено во множестве работ [D'hondt et al., 2011; Castetbon, Andreyeva, 2012; Chivers et al., 2013; Kakebeeke et al., 2017; Barros et al., 2021; Nobre et al., 2022; Wood et al., 2022]. При этом D'hondt и коллеги показали в лонгитюдном исследовании, что снижение веса в целом благотворно влияло на показатели моторного развития [D'hondt et al., 2011]. Дети 10 лет, чей вес снизился до нормальных значений в результате терапии, включающей лечебное питание, физическую активность и психологическую поддержку, в итоге улучшали показатели моторного развития [D'hondt et al., 2011].

Влияние жировой массы и ИМТ усиливается на экстремумах, то есть чем больше доля жировой массы, тем больше ее негативное влияние, но эта зависимость прослеживалась толь-

ко для беговых и прыжковых тестов, а не силовых [Malina et al., 1995]. Предполагается, что слишком низкие значения ИМТ также могут быть ассоциированы с ухудшением развития моторных навыков. При сравнении детей 13–18 лет с недостаточным и нормальным весом была обнаружена значимая разница по некоторым показателям развития моторики, которая была обусловлена снижением развития скелетной мускулатуры [Altero et al., 2010]. По нашим данным, совпадающим в этом отношении с результатами ранее проведенных исследований [Huang, Malina, 2008; Lopes et al. 2018] разница между детьми с нормальным и недостаточным весом в возрастных диапазонах 6–10 и 9–12 лет в большинстве случаев была минимальной.

В большинстве исследований используется линейный регрессионный анализ, который не позволяет учитывать нелинейные взаимодействия между откликом и предикторами, либо проводится сравнение только групп с нормальным весом и ожирением. При использовании линейной модели не было выявлено значимой ассоциации между долей жировой массы, определенной по 3 кожно-жировым складкам, и показателями моторного развития детей 3–5 лет [Wood et al., 2022]. В других исследованиях была обнаружена слабая связь между результатами двигательных тестов, жировой массой и ИМТ в возрастных группах 3–5, 4 и 10–14 лет [Chivers et al., 2013; Kakebeeke et al., 2017; Nobre et al., 2022;]. В целом, при сравнении детей с нормальным весом и ожирением использование линейных моделей оправдано, так как наблюдается отрицательная зависимость между показателями моторного развития и долей жировой массы тела или ИМТ [Lopes et al., 2018]. Однако, включение в группу детей с низкими значениями ИМТ может снизить процент объясненной дисперсии. В связи с этим можно предположить, что причиной противоречивых результатов исследований может стать именно нелинейность связи ИМТ и показателей моторного развития. В проведенном нами исследовании показано, что при анализе всего спектра ИМТ (от низких до высоких значений) необходимо учитывать нелинейность этой связи. В большинстве случаев именно полиномиальная функция, определяемая квадратичным полиномом, лучше всего описывает указанные

зависимости. Аналогичные результаты были получены для группы детей в возрасте 6–10 лет, 12–15 лет и 9–18 лет [Bovet et al., 2007; Huang, Malina, 2008; Lopes et al. 2018]. По данным Lopes и коллег зависимость между показателями моторного развития и ИМТ является линейной в возрасте 7 лет [Lopes et al. 2018]. Huang и Malina показали, что в возрасте от 9 до 12 лет зависимость чаще всего имеет J-образную форму, после 12 лет преобладала U-образная зависимость [Huang, Malina, 2008]. Таким образом, наблюдается влияние возраста на паттерн зависимости между моторным развитием и ИМТ. Но необходимо заметить, что авторы указанных исследований не проводили сравнение полученных нелинейных моделей с линейными.

В группе 7-летних детей четкой зависимости между развитием моторики и ИМТ обнаружено не было. Наши данные согласуются с ранее полученными результатами [Huang, Malina, 2008; Lopes et al. 2018]. Lopes и коллеги также отметили, что в возрасте 6-7 лет для некоторых тестов не было обнаружено значимой разницы между группами с разным ИМТ [Lopes et al. 2018]. Но вследствие небольшого размера группы детей 7 лет можно предположить, что отсутствие различий по некоторым тестам может быть также обусловлено невозможностью достичь порогового значения статистической мощности, а не физиологическими особенностями. Поэтому в будущем необходимо увеличить размер выборки для подтверждения полученных эффектов на выборке детей, проживающих на территории РФ.

Связь ИМТ, как показателя жирового отложения, и моторного развития не представляется простой, она имеет нелинейный характер и может включать ряд факторов, влияющих как на показатели моторного развития, так и на сам ИМТ. В связи с этим, выделяется несколько перспективных направлений для дальнейших исследований.

Учитывая, что двигательная функция интегрирует в процессе своей реализации практически все функции организма, можно полагать, что полученная в процессе анализа нелинейная зависимость позволяет вычлнить зону условного физиологического оптимума состава тела с точки зрения адаптационного потенциала организма – эта зона соответствует области переги-

ба кривой, имеющей J-образную форму зависимости двигательных возможностей от ИМТ, в которой отмечаются наиболее высокие результаты реализации двигательной функции. В дальнейшем будет интересно сопоставить местоположение этой зоны условного оптимума на шкале ИМТ у детей различных возрастно-половых групп.

ИМТ может выступать и как предиктор, и как модератор или медиатор связи функциональных возможностей с другими факторами. В данной работе оценивали связь ИМТ и моторного развития без ввода дополнительных предикторов. Поэтому представляется перспективным ввод дополнительных предикторов, например, социально-экономического статуса или уровня двигательной активности, которые могут модулировать влияние ИМТ на моторное развитие детей разных возрастов. Также представляется перспективной оценка влияния отдельных компонентов состава тела детей на показатели моторного развития, так как ИМТ не определяет соотношение жировой и безжировой массы, а только позволяет предполагать наличие избыточного или недостаточного жирового отложения. По нашим данным, совпадающим в этом отношении с результатами ранее проведенных исследований [Lopes et al. 2018], степень влияния величины ИМТ на проявления моторики у детей 7–12 лет невелика. Процент объясненной дисперсии не превышает 5%. Очевидно, что в формировании двигательных возможностей участвуют различные эндогенные и экзогенные факторы, не учтенные нами. В частности, в проведенной работе мы не имели возможности учитывать биологический возраст обследованных, который может внести весомый вклад в изменчивость изученных показателей.

Одно из негативных последствий избыточного жирового отложения и ухудшения моторного развития – это снижение двигательной активности, которое в дальнейшем может только усугубить эти проблемы. Дети с избыточным весом и ожирением имеют тенденцию быть меньше задействованы в подвижных играх и двигательной активности в целом, а с возрастом эта разница только увеличивается [Belcher et al., 2010]. В связи с этим, при планировании физической активности детей с разным ИМТ рекомендуется учитывать этот факт.

## Заключение

В данной работе анализировали паттерн зависимости показателей моторного развития от величины ИМТ у 54 381 мальчиков в возрасте 7–12 лет из 38 регионов РФ. Несмотря на низкий процент объясненной дисперсии показателей моторного развития, прослеживается четкая зависимость между развитием некоторых моторных навыков и ИМТ. Для группы 7-летних детей четкой зависимости между развитием моторики и ИМТ обнаружено не было. В то время как для возрастных групп 8-12 лет выявленная модель проявляется в форме J-образной зависимости двигательных возможностей от ИМТ. Дети с высоким ИМТ хуже справлялись с беговыми и прыжковыми тестами. Дети с нормальным и недостаточным весом практически не отличались по результатам двигательных тестов. Поскольку выявленная зависимость аналогична полученным на других популяциях, можно полагать, что с ее помощью возможно выявить зону оптимума ИМТ с точки зрения адаптационного потенциала организма, и в дальнейшем сопоставить эту зависимость у представителей разного пола и возраста, а ввод дополнительных предикторов может повысить процент объясненной дисперсии.

## Благодарности

Исследование выполнено в рамках проекта всероссийского мониторинга состояния физического здоровья школьников, проводимого ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО» по заданию Минпросвещения РФ с 2021 г. Авторы выражают благодарность ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО» и руководителю центра мониторинга здоровья школьников проф. С.П. Левушкину за предоставленную возможность анализировать данные по результатам мониторинга в регионах Российской Федерации. Статистическая обработка и визуализация данных выполнены в рамках темы «Антропология евразийских популяций (биологические аспекты)» (номер ЦИТИС АААА-А19-119013090163-2).

## Библиография

Петеркова В.А., Безлепкина О.Б., Болотова Н.В., Богова Е.А., Васюкова О.В. и др. Клинические рекомендации «Ожирение у детей». Проблемы эндокринологии, 2021. Т. 67. № 5. С. 67-83.

Соболева Н. П., Руднев С.Г., Николаев Д.В., Ерюкова Т.А., Колесников В.А. и др. Биоимпедансный скрининг населения России в центрах здоровья: распространенность избыточной массы тела и ожирения. Российский медицинский журнал, 2014. № 4. С. 4-13.

## Информация об авторах

Парфентьева Ольга Ивановна, к.б.н.; ORCID ID: 0000-0001-7895-6887; [parfenteva.olga@gmail.com](mailto:parfenteva.olga@gmail.com)

Сонькин Валентин Дмитриевич, д.б.н., проф.; ORCID ID: 0000-0003-3834-8080; [sonkin@mail.ru](mailto:sonkin@mail.ru)

Поступила в редакцию 12.12.2022,  
принята к публикации 25.01.2023.

<sup>1)</sup> *Lomonosov Moscow State University, Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology, Mokhovaya st., 11, Moscow, 125009, Russia*

<sup>2)</sup> *Institute of Developmental Physiology Russian Academy of Education, Pogodynskaya st, 8/2, Moscow, 119121, Russia*

## NONLINEAR RELATIONSHIP BETWEEN MOTOR SKILLS AND BMI IN THE GROUP OF SCHOOL-AGE BOYS OF 7–12 YEARS

**Introduction.** *Childhood and adolescent obesity are associated with impairment of motor skills. However, studies assessing effect of underweight on motor skills as well as the relationship between body mass index (BMI) and motor skills are limited. The purpose of the study was to evaluate relationship between motor skills and BMI in the group of school-aged boys (7–12 years).*

**Material and methods.** *The data were collected from 7–12-year-old boys (1–5<sup>th</sup> grade) in the 38 Russia's federal constituent entities of eight federal districts. Height and weight were measured, BMI was calculated. Physical education teachers conducted the testing: endurance 6-minute run test (meters), 3x10 m shuttle run test (seconds), long standing jump (centimeters), forward bend test (centimeters), and 30-m sprint run test (seconds). The dataset contained 54 381 observations. The linear, quadratic and general additive models were built to check relationships between the motor skills and BMI.*

**Results.** *It was identified that high values of BMI are associated with impaired results of endurance and speed-strength abilities. Male children with a low and normal BMI values did not differ in motor skills. Despite a low level of explained variation of proportion of motor skills, a significant relationship between of motor development and BMI are noted. In the group of 7-year-old male children, the relationship was not identified. Whereas in the group of 8–12-year-old children it has a curvilinear relationship.*

**Conclusion.** *The relationship between motor skills and BMI is curvilinear (quadratic) in the group of 8–12-year-old boys. Hereafter, the modeling of non-linear relationship between motor development and BMI with other predictors might help identifying the optimum zone of body composition where the adaptation potential will be the highest. It is also allowed to compare this zone in the groups of different ages and sexes.*

**Keywords:** human biology; motor skills; BMI, population health monitoring; school-age children; nonlinear relationships; developmental physiology

DOI: 10.32521/2074-8132.2023.1.049-061 (MUAB)

### References

Peterkova V.A., Bezlepina O.B., Bolotova N.V., Bogova E.A., Vasyukova O.V. et al. Klinicheskie recomendacii "Ozirenie u detei" [Clinical recommendation "Childhood obesity"]. *Problemi Endocrinologii* [Endocrinology Issues], 2021, 67 (5), pp. 67-83. (In Russ.).

Soboleva N.P., Rudnev S.G., Nikolayev D.V., Eryukova T.A., Kolesnikov V.A. et al. Bioimpedansnii skринing naseleniya Rossii v centrakh zdorovia; rasprostranennost izbitochnoi massi i ozirenia [The bio-impedance screening of population in health centers: prevalence of surplus body mass and obesity]. *Rossiiskii medicinskii zurnal* [Russian Medical Journal], 2014, 4, pp. 4-13. (In Russ.).

Artero E.G., España-Romero V., Ortega F.B., Jiménez-Pavón D., Ruiz J.R. et al. Health-related fitness in adolescents: underweight, and not only overweight, as an influencing factor. The AVENA study. *Scandinavian*

*journal of medicine & science in sports*, 2010, 20 (3), p. 418-427. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2009.00959.x

Barros W.M.A., da Silva K.G., Silva R.K.P., da Silva Souza A.P., da Silva A.B.J. et al. Effects of Overweight/Obesity on Motor Performance in Children: A Systematic Review. *Frontiers in Endocrinology*, 2021, 12. DOI: 10.3389/fendo.2021.759165.

Belcher B.R., Berrigan D., Dodd K.W., Emken B.A., Chou C.P. et al. Physical activity in US youth: impact of race/ethnicity, age, gender, & weight status. *Medicine and science in sports and exercise*, 2010, 42 (12), p. 2211. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181e1fba9.

Bovet P., Auguste R., Burdette H. Strong inverse association between physical fitness and overweight in adolescents: a large school-based survey. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2007, 4 (1), pp. 1-8. DOI: 10.1186/1479-5868-4-24.

- Castetbon K., Andreyeva T. Obesity and motor skills among 4 to 6-year-old children in the United States: Nationally-representative surveys. *BMC pediatrics*, 2012, 12 (1), pp. 1-9. DOI: 10.1186/1471-2431-12-28.
- Chivers P., Larkin D., Rose E., Beilin L., Hands B. Low motor performance scores among overweight children: poor coordination or morphological constraints?. *Human Movement Science*, 2013, 32 (5), pp. 1127-1137. DOI: 10.1016/j.humov.2013.08.006.
- Corrales D.C., Corrales J.C., Ledezma A. How to address the data quality issues in regression models: a guided process for data cleaning. *Symmetry*, 2018, 10 (4), p. 99. DOI: 10.3390/sym10040099.
- D'hondt E., Gentier I., Deforche B., Tanghe A., De Bourdeaudhuij I. et al. Weight loss and improved gross motor coordination in children as a result of multidisciplinary residential obesity treatment. *Obesity*, 2011, 19 (10), pp. 1999-2005. DOI: 10.1038/oby.2011.150.
- Huang Y.C., Malina R.M. BMI and health-related physical fitness in Taiwanese youth 9-18 years. *Medicine and science in sports and exercise*, 2007, 39 (4), p. 701. DOI: 10.1249/mss.0b013e31802f0512.
- Takebeke T.H., Lanzi S., Zysset A.E., Arhab A., Messerli-Bürgy N. et al. Association between body composition and motor performance in preschool children. *Obesity facts*, 2017, 10 (5), pp. 420-431. DOI: 10.1159/000477406
- Lopes V.P., Malina R.M., Maia J.A., Rodrigues, L.P. Body mass index and motor coordination: Non-linear relationships in children 6–10 years. *Child: care, health and development*, 2018, 44 (3), pp. 443-451. DOI: 10.1111/cch.12557.
- Malina R.M., Beunen G.P., Claessens A.L., Lefevre J., Eynde B.V. et al. Fatness and physical fitness of girls 7 to 17 years. *Obesity Research*, 1995, 3 (3), p. 221-231. DOI: 10.1002/j.1550-8528.1995.tb00142.x.
- Nobre J. N. P., Morais R.L.D.S., Fernandes A.C., Viegas Â.A., Figueiredo P.H.S et al. Is body fat mass associated with worse gross motor skills in preschoolers? An exploratory study. *PLoS one*, 2022, 17 (3), p. e0264182. DOI: 10.1371/journal.pone.0264182.
- Onis M., Onyango A.W., Borghi E., Siyam A., Nishida C. et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 2007, 85 (9) pp. 660-667. DOI: 10.2471/BLT.07.043497.
- Wood A. P., McMillan A.G., Imai S., Swift D., DuBose, K.D. Associations of Percent Body Fat and Motor Skill Development in Preschool-Aged Children: National Youth Fitness Survey. *Childhood Obesity*, 2022, 18 (1), pp. 50-55. DOI: 10.1089/chi.2021.0026.
- World Health Organization. Interim report of the commission on ending childhood obesity, *World Health Organization*, 2015, № WHO/NMH/PND/ECHO/15.1.

#### Information about Authors

Parfenteva Olga Ivanovna, PhD.; ORCID ID: 0000-0001-7895-6887; parfenteva.olga@gmail.com

Sonkin Valentin Dmitrievich, PhD; DBSci, professor; ORCID ID: 0000-0003-3834-8080; sonkin@mail.ru



Федорчук О.А.<sup>1,2,4)</sup>, Гончарова Н.Н.<sup>1,3)</sup>

<sup>1)</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра антропологии, Ленинские горы, д.1, стр. 12, Москва, 119234, Россия

<sup>2)</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии, ул. Моховая, д. 11, Москва, 125009, Россия

<sup>3)</sup> ФГБНУ «Медико-генетический научный центр им. академика Н.П. Бочкова», ул. Москворечье, д. 1, Москва, 115522, Россия

<sup>4)</sup> Научно-просветительский Центр палеоэтнологических исследований, Новая пл., д. 12, корп. 5, Москва, 109012

## СОПОСТАВИМОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ КАНОНИЧЕСКОГО ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА ПРОВЕДЕННОГО НА ОСНОВЕ РАЗНЫХ ВХОДНЫХ ДАННЫХ

**Введение.** В настоящее время в отечественной антропологии активно применяется канонический дискриминантный анализ, проводимый на основе средних значений признаков. При этом используются стандартные значения среднеквадратических отклонений, а также стандартные корреляционные коэффициенты. Вопрос о сопоставимости результатов такого анализа с результатами анализа, проведенного на основе индивидуальных значений, остается открытым. Кроме того, существующая межгрупповая изменчивость коэффициентов корреляции может приводить к изменению результатов анализа при применении корреляционной матрицы, рассчитанной для конкретных анализируемых групп.

Настоящая работа посвящена сравнению результатов трех вариантов канонического дискриминантного анализа: на основе индивидуальных данных, на основе средних значений и обобщенной (видовой) корреляционной матрицы, а также на основе средних значений и региональной (рассчитанной для конкретного региона) корреляционной матрицы.

**Материалы и методы.** Использованы данные по 48 этно-территориальным группам, связанным своим происхождением с территорией Старого Света. Серию датируются временем, близким к современности – XVI–XX вв. Измерены 25 краниометрических линейных признаков. Для канонического анализа по индивидуальным данным использовался пакет языка R, а для анализа по средним данным использовалась программа MultiCan.

**Результаты.** Результаты вариантов анализа, проведенных на основе индивидуальных данных и на основе средних, оказались довольно похожими. При детальном сравнении результатов серии дискриминантных анализов, проведенных для выборок трех больших рас с использованием разных входных данных, выявляются некоторые малозначительные различия во взаимном расположении групп. В целом расположение выборок на диаграммах рассеяния, а также стандартизованные коэффициенты дискриминантных функций различаются несущественно, независимо от вида исходных данных.

**Заключение.** Сравнение результатов разных видов анализа показало, что использование как индивидуальных значений, так и средних по выборкам в большинстве случаев приводит к одинаковым результатам. При использовании индивидуальных данных большое влияние на дифференциацию выборок оказывает более высокая реальная внутригрупповая изменчивость.

**Ключевые слова:** биологическая антропология; археологические материалы; краниология; биометрия; канонический дискриминантный анализ; корреляции

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-23-15-1-6 (LJA)

## Введение

Широко известно, что корреляционная структура черепа весьма изменчива от популяции к популяции, так как на связи признаков сильно влияет история формирования группы [см., например: Малиновский, 1948; Рогинский, 1954, 1962; Бунак, 1965; Беневоленская 1974]. При этом не до конца понятно, существует ли неслучайная изменчивость корреляционной структуры черепа на надпопуляционном уровне, из-за которой некорректно будет использовать общеизвестные константы в межгрупповых анализах по отдельным регионам. Чтобы проверить возможность использования обобщенных коэффициентов корреляции в качестве констант, необходимо сравнить результаты многомерных анализов, проведенных на основе разных исходных данных. Для решения такой задачи логично провести дискриминантный анализ с использованием обобщенной корреляционной матрицы, которая включает в себя усредненные коэффициенты, рассчитанные по популяциям разных регионов ойкумены, затем в качестве констант использовать региональную корреляционную матрицу (то есть рассчитанную только по сериям какого-то региона), и наконец, провести многомерный анализ с использованием индивидуальных данных по тем же группам, что и в первых двух случаях. Только при таком подходе можно корректно сравнить результаты многомерных анализов и вынести суждение о правомерности использования «стандартной» корреляционной матрицы при классификации популяций разных регионов Земли.

Таким образом, целью настоящей работы было сравнение результатов канонического дискриминантного анализа, проведенного с использованием разных корреляционных матриц, а также результаты дискриминантного анализа по индивидуальным данным и с использованием средних величин по тем же выборкам. Это сделано для того, чтобы проверить сопоставимость результатов вариантов анализа при различных исходных данных. Существенно ли различаются результаты при использовании разных корреляционных матриц, а также можно ли сравнивать результаты дискриминантного анализа по индивидуальным данным с результатами по средним, учитывая, что при анализе индивидуальных

данных численности выборок заметно сокращаются? Если распределение групп и коэффициенты дискриминантных функций окажутся сходными, значит можно проводить сравнение результатов разных вариантов анализа, причем даже в тех случаях, если они проведены по выборкам с разной численностью индивидов. А эта ситуация часто встречается если сравниваются, например, результаты дискриминантных анализов, проведенных разными исследователями, когда проблематично соблюсти идентичность выборок. Подобное сравнение было проделано с использованием данных по морфологии современного населения [Тихонов, 2001]. В результате автор пришел к выводам, что распределение групп практически не зависит от выбранного алгоритма и типа входных данных.

Для чистоты эксперимента авторы провели также сравнение двух видов анализа – с использованием индивидуальных данных и с использованием средних величин, рассчитанных только по тому набору индивидов, который используется в анализе по индивидуальным данным. Такая ситуация выглядит весьма искусственной, фактически в этом случае результаты будут различаться только из-за разницы в математических аппаратах анализов. Гораздо интереснее в практическом отношении моделирование ситуации, когда численность индивидов в анализах неизвестна, как чаще всего и бывает при сравнении публикаций разных авторов. Тем не менее, авторы включили и этот вид анализа в сравнение.

Таким образом, для популяций с территории всего Старого Света были проведены три варианта анализа:

1. с использованием индивидуальных данных;
2. с использованием средних значений признаков, рассчитанных по тому же набору индивидов, что используется в первом анализе, но со средневзвешенными значениями дисперсий и стандартной корреляционной матрицей;
3. с использованием средних значений, рассчитанных по максимально возможному числу индивидов в каждой выборке, средневзвешенными значениями дисперсий и стандартной корреляционной матрицей.

Для каждой макрорегиональной группы (Европа, Африка, Азия) было сделано также три варианта анализа:

1. с использованием индивидуальных данных;
2. с использованием средних значений признаков и «региональной» корреляционной матрицы, рассчитанной только для групп этого макрорегиона;
3. с использованием средних значений признаков и обобщенной («стандартной») корреляционной матрицы.

Для проведения всех видов анализа была рассчитана обобщенная корреляционная матрица, а также усредненные корреляционные матрицы по группам из трех макрорегионов: Африки, Европы и Азии (последняя матрица получена усреднением коэффициентов корреляции популяций Передней Азии, Западной и Восточной Сибири, Центральной Азии и генетически связанные с азиатским континентом группы Северной Америки, а именно – Аляски). Фактически объединение по макрорегионам означает, что изученные популяции сгруппированы в соответствии со своей принадлежностью к трем большим расам.

Во всех многомерных анализах, которые проводятся по средним величинам признаков, использованы среднеквадратические отклонения, рассчитанные нами по данным изучаемых групп, они представляют собой средневзвешенные оценки. Подчеркнем, что стандартные отклонения [Алексеев, Дебец, 1964] не использовались. Этот подход связан с тем, что в анализы включены заведомо неоднородные по происхождению группы, объединенные лишь географически. Рассчитанные нами среднеквадратические отклонения оказались ожидаемо несколько выше стандартных.

### Материал и методы

В настоящей работе использовались средние и индивидуальные данные по 48 этнотерриториальным группам в основном с территории Старого Света. Серии были разделены на семь региональных групп, в зависимости от географической принадлежности. В общем каноническом дискриминантном анализе включены данные по всем 48 группам. При сравнении результатов анализа на основе двух разных корреляционных матриц использовались данные

только по трем регионам. С территории Европы взято 9 групп, с территории Африки – 11 групп и с территории Азии – 11 групп (сюда же были включены серии алеутов и эскимосов Аляски, которые по своему происхождению связаны с азиатскими группами, хотя представляют народы, проживающие сейчас на территории Северной Америки).

В основном данные взяты из литературных источников, часть измерена самостоятельно в фондах НИИ и Музея антропологии МГУ и Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (табл. 1). Во всех случаях, когда это возможно, указана этническая принадлежность группы. В остальных случаях указана только географическая принадлежность. Очевидно, что объединение серий, например, Габона в таксономическом отношении – не то же самое, что серия зулусов или бушменов. Однако при работе с литературными источниками такое смешение разных таксономических уровней является вынужденной мерой.

Измерительные методы, использованные в нашей работе, в основном соответствуют стандартной краниометрической методике, принятой в российской антропологии [Martin 1928; Дебец 1935; Алексеев, Дебец 1964]. Всего было взято 25 краниометрических линейных признаков (табл. 2). Наборы признаков, которые используются в канонических анализах для разных регионов, несколько различаются, это сделано для сохранения максимального количества информации, в зависимости от наличия пропущенных признаков. Анализ европейского материала проходил по 14 краниометрическим признакам, африканского – по 11 признакам, азиатского – по 24 признакам (табл. 2).

Как правило, для проведения канонического дискриминантного анализа по средним используется стандартная корреляционная матрица С.Г. Ефимовой [Ефимова, 1991]. Однако в настоящей работе используется собственная общая корреляционная матрица. Это сделано по нескольким причинам. Во-первых, матрица С.Г. Ефимовой рассчитана для однородных выборок, в то время как в настоящей работе используются заведомо неоднородные выборки.

Таблица 1. Список используемых в анализе групп и их принадлежность к географическим общностям (макрорегионам)  
 Table 1. List of groups used in the analysis and their geographical affiliation (macro-regions)

	№	Группы	N	N (после удаления черепов с пропущенными значениями)	Источники
Европа	1	армяне	105	77	Бунак, 1927
	2	болгары	20	10	собственные данные
	3	ираны (Узбекистан)	19	9	собственные данные
	4	итальянцы	27	13	собственные данные
	5	латыши	30	13	собственные данные
	6	осетины	96	58	собственные данные
	7	турки (Болгария)	15	7	собственные данные
	8	удмурты	57	24	собственные данные
	9	цыгане	27	16	собственные данные
			<b>Всего</b>	396	227
Африка	10	Габон	66	46	Benington, Pearson, 1912
	11	Камерун	92	89	Drontschilow, 1913
	12	Конго	49	25	Benington, Pearson, 1912
	13	Уганда	94	66	Górny, 1957
	14	ангони	25	5	Shrubsall, 1899
	15	бушмены	16	7	Shrubsall, 1898, 1899
	16	готтентоты	27	18	Shrubsall, 1898
	17	зулусы	20	13	Shrubsall, 1899
	18	кафиры	37	31	Shrubsall, 1899
	19	тигре	69	39	Sergi, 1912
	20	тэйта	53	6	Kitson, 1931
		<b>Всего</b>	548	345	
Северная, Центральная и Средняя Азия	21	казахи	119	66	Исмагулов, 1970
	22	теленгеты	55	15	собственные данные
	23	чукчи	15	6	собственные данные
	24	эскимосы (Чукотка)	28	6	собственные данные
	25	алеуты	31	4	собственные данные
	26	буряты	228	90	архивные данные Н.Н. Мамоновой
	27	киргизы	21	3	собственные данные
	28	монголы	59	10	собственные данные
	29	ханты	99	39	собственные данные
	30	эскимосы (Аляска)	111	79	Дебец, 1986
	31	якуты	20	6	собственные данные
		<b>Всего</b>	786	324	
Восточная Азия	32	непальцы	47	36	Morant, 1924
	33	тибетцы	32	32	Morant, 1924
		<b>Всего</b>	79	68	
Юго-Восточная Азия	34	аэта	33	22	G.von Bonin, 1931a
	35	Бантам	22	19	G.von Bonin, 1931a
	36	бирманцы	60	44	Tildesley, 1921
	37	даяки	41	29	G.von Bonin, 1931a
	38	Джакарта	33	25	G.von Bonin, 1931a

Есть продолжение  
Continued

Продолжение таблицы 1.  
Table 1 continued

	№	Группы	N	N (после удаления черепов с пропущенными значениями)	Источники
Юго-Восточная Азия	39	о.Мадура	15	14	G.von Bonin, 1931a
	40	тагалы	31	15	G.von Bonin, 1931a
	41	Ява (сборная)	35	32	G.von Bonin, 1931a
	42	яванцы	29	28	G.von Bonin, 1931a
		<b>Всего</b>	299	228	
Южная Азия	43	андаманцы	22	15	G.von Bonin, 1931a
	44	тамилы	35	35	Harrower, 1924
		<b>Всего</b>	57	50	
Океания	45	Новая Британия	127	100	G.von Bonin, 1936
	46	о.Пасхи	54	24	G.von Bonin, 1931b
	47	сев. Новая Гвинея	87	72	Hambly, 1940
	48	юж. Новая Гвинея	38	25	Hambly, 1940
		<b>Всего</b>	306	221	
<b>Все серии</b>			2471	1463	

Примечания. № 41 и 42 включают в себя разные черепа с острова Ява  
Notes. № 41 and 42 include different skulls from Java

Таблица 2. Список используемых размеров, названия и обозначения признаков  
Table 2. List of dimensions, names and feature designations used

№	Линейные размеры	Номер по Мартину	Все	Европа	Африка	Азия
1	Продольный диаметр	M.1	+	+	+	+
2	Поперечный диаметр	M.8	+	+	+	+
3	Высотный диаметр	M.17	+	+	-	+
4	Ушная высота	M.20	-	+	-	-
5	Длина основания черепа	M.5	+	+	+	+
6	Наименьшая ширина лба	M.9	+	+	+	+
7	Наибольшая ширина лба	M.10	-	-	-	+
8	Ширина основания черепа	M.11	-	+	-	+
9	Ширина затылка	M.12	-	+	-	+
10	Лобная дуга	M.26	+	-	-	+
11	Теменная дуга	M.27	+	-	-	+
12	Затылочная дуга	M.28	+	-	-	+
13	Верхняя ширина лица	M.43	-	+	-	+
14	Скуловой диаметр	M.45	+	+	+	+
15	Средняя ширина лица	M.46	+	-	-	+
16	Длина основания лица	M.40	+	+	+	+
17	Верхняя высота лица	M.48	+	+	-	+
18	Высота носа	M.55	+	+	+	+
19	Ширина носа	M.54	+	+	+	+
20	Длина альвеолярной дуги	M.60	-	-	-	+
21	Ширина альвеолярной дуги	M.61	-	-	-	+
22	Ширина орбиты	M.51	-	-	-	+
23	Высота орбиты	M.52	-	-	+	+
24	Длина неба	M.62	-	-	+	+
25	Ширина неба	M.63	-	-	+	+

Примечания. Знаком «+» отмечены те признаки, которые включены в анализ в разных макрорегионах.  
Notes. "+" sign indicates those features that are included in the analysis in the different macro-regions

Во-вторых, эта матрица содержит корреляции для небольшого набора краниометрических признаков, особенно для мозгового отдела черепа. Наконец, ранее было показано, что рассчитанные нами коэффициенты практически не отличаются от стандартной матрицы С.Г. Ефимовой [Пежемский, Федорчук, 2020]. Таким образом, перед проведением анализа были рассчитаны общая («стандартная») и три региональные корреляционные матрицы. Для этого сначала рассчитывались коэффициенты корреляции Пирсона для каждой группы в отдельности. Затем они преобразовывались через z-преобразование Фишера [Fisher, 1921]. Для полученных в каждой группе коэффициентов находилось среднее значение, и оно уже преобразовывалось обратно в обычный коэффициент корреляции.

Данная процедура необходима «так как форма выборочного распределения для этого показателя зависит от его величины и весьма сильно отличается от нормального по мере приближения  $|r|$  к 1. Справиться с этими трудностями позволяет применение так называемого z-преобразования Фишера» [Дерябин, 2007, стр.209–212.]. Кроме традиционно используемого антропологами учебника В.Е. Дерябина и в других работах сказано, что при высоких (по модулю) значениях коэффициента корреляции его распределение искажено [Fisher, 1915; Fisher, 1921; Wicklin, 2017]. О том, что распределение коэффициента корреляции асимметрично, и что это требует трансформации этого показателя пишет также Алан Уинтерботтом [Winterbottom, 1979].

Для проведения канонического дискриминантного анализа по средним данным использовалась программа MultiCan [Гончаров, Гончарова, 2016]. Для дифференциации групп из отдельных макрорегионов с помощью программы MultiCan проводилось два варианта анализа: в первом использовалась региональная корреляционная матрица (то есть рассчитанная только с использованием данных из одного макрорегиона), во втором использовалась обобщенная корреляционная матрица (которая рассчитывалась с использованием всех данных, имеющихся в наличии).

Для канонического анализа по индивидуальным данным использовался пакет языка R *candisc (version 0.8-6)*, применялась функция *candiscList*, из библиотеки "*candisc*" [Friendly, Fox,

2021]. Для построения графиков использовались усредненные по группам значения канонических векторов. Графики строились с помощью функции *ggplot* из пакета *ggplot2* [Wickham, 2016].

Для объективной оценки сходства полученных дискриминантных функций рассчитан коэффициент корреляции Спирмена между стандартизованными коэффициентами одноименных дискриминантных функций, полученных в разных видах анализа. Кроме этого, получаемые во всех видах анализа матрицы расстояний Махаланобиса сравнивались с помощью теста Мантеля. И хотя ранее было достаточно убедительно показано, что тест Мантеля не чувствителен к изменению матриц коэффициентов корреляции [Широбоков, 2021], а значит, делать существенные выводы на его основе не стоит, авторы решили использовать и этот показатель для сравнения полученных результатов.

## Результаты

На первом этапе было проведено сравнение результатов канонического дискриминантного анализа, проведенного по всем имеющимся сериям на основе индивидуальных данных (в R) и на основе средних (в программе MultiCan).

При расчете средних значений признаков и среднеквадратических отклонений использовались данные по 2471 индивиду. Однако поскольку в палеоантропологических данных достаточно часто встречаются пропущенные значения, а все строки с пропущенными значениями удаляются из анализа автоматически, то количество наблюдений в анализе по индивидуальным данным сокращается, в нашем случае осталось 1463 индивида. Таким образом, можно априори предположить, что будут наблюдаться различия в результатах вариантов анализа, связанные с разной численностью наблюдений. В связи с этим был проведен дополнительный анализ с использованием средних значений признаков, которые были рассчитаны только по индивидам, задействованным в первом анализе. То есть средние значения признаков в этих двух видах анализа полностью совпадают, различия касаются только значений дисперсии и внутрigrупповых корреляций. Таким образом, как уже говорилось, для выборов Старого Света прове-

дено три вида анализа – по индивидуальным данным, с использованием средних, рассчитанных только по тем индивидам, которые использованы в первом анализе и по средним, рассчитанным по максимальному количеству индивидов для каждого признака.

По результатам этих анализов в целом получается сходное распределение групп в пространстве канонических векторов (рис. 1). Прежде всего, обращает на себя внимание обособление во всех трех случаях двух достаточно компактных кластеров – выборки Юго-Восточной Азии (к которым довольно близки выборки Восточной и отчасти Южной Азии) и выборки Северной и Центральной Азии. Остальные выборки расположены в пространстве первого и второго корня достаточно рыхло, хотя тоже могут быть сгруппированы в соответствии с географической принадлежностью.

Первый канонический вектор берет на себя 45% изменчивости при анализе индивидуальных данных и 44–45% при использовании средних величин.

При использовании индивидуальных данных (рис. 1а, табл. 3) ведущими признаками по первому корню выступают (в порядке уменьшения стандартизованных коэффициентов):

- ширина черепа (на правой половине поля расположены группы с малыми значениями этого признака – выборки Океании, Африки, а также андаманцы);
- высота черепа и высота лица, причем стандартизованные коэффициенты этих однонаправленных признаков имеют примерно рав-

ные величины, но разные знаки, так, что на правой половине диаграммы рассеяния, в области больших значений первого корня расположены группы с высоким черепом и относительно низким лицом;

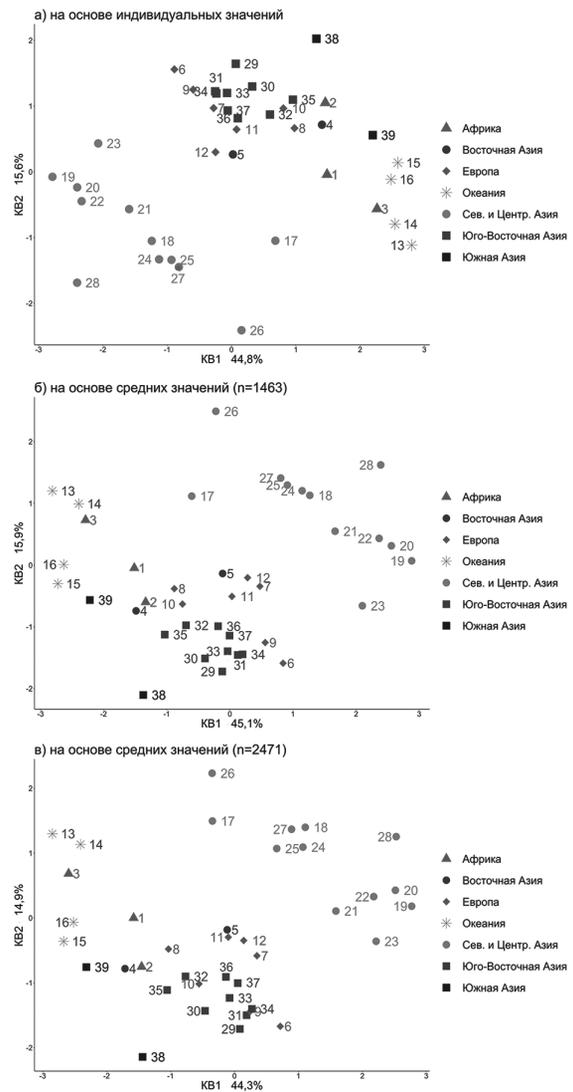


Рис. 1. Распределение всех исследуемых групп в пространстве первого и второго канонических векторов. а) канонический анализ проведен на основе индивидуальных значений; б) канонический анализ проведен на основе средних значений при численности индивидов 1463; в) канонический анализ проведен на основе средних значений при численности индивидов 2471  
Figure 1. Distribution of all groups in the space of the first and second canonical vectors. а) canonical discriminant analysis is based on individual values; б) canonical discriminant analysis is based on the mean values for the number of individuals 1463; в) canonical discriminant analysis is based on the mean values for the number of individuals 2471

Примечания. 1-Камерун; 2-тигре; 3-тэйта; 4-непальцы; 5-тибетцы; 6-армяне; 7-баски; 8-болгары; 9-иранцы; 10-итальянцы; 11-латыши; 12-осетины; 13-Новая Британия; 14-о.Пасхи; 15-сев. Новая Гвинея; 16-юж. Новая Гвинея; 17-айны; 18-алеуты; 19-буряты; 20-казахи; 21-киргизы; 22-монголы; 23-теленгиты; 24-ханты; 25-чукчи; 26-эскимосы (Аляска); 27-эскимосы (Чукотка); 28-якуты; 29-аэта; 30-Бантам; 31-бирманцы; 32-даяки; 33-Джакарта; 34-о.Мадуро; 35-тагалы; 36-Ява (сб.); 37-яванцы; 38-андаманцы; 39-тамилы

Notes. 1-Cameroon; 2-Tigre; 3-Teita; 4-Nepal; 5-Tibet; 6-Armenians; 7-Basques; 8-Bulgarians; 9-Iranians; 10-Italians; 11-Latvians; 12-Ossetians; 13-New Britain; 14-Easter Island; 15-Northern New Guinea; 16-Southern New Guinea; 17-Iceans; 18-Aleutians; 19-Buryat; 20-Kazakhs; 21-Kyrgyz; 22-Mongols; 23-Telengits; 24-Khanty; 25-Chukchi; 26-Eskimo (Alaska); 27-Eskimo (Chukchi); 28-Yakuts; 29-Aeta; 30-Bantam; 31-Burman; 32-Dayaks; 33-Jakarta; 34-Madura Island; 35-Tagals; 36-Yawa (dif.); 37-Javanese; 38-Andaman; 39-Tamils

Таблица 3. Стандартизованные коэффициенты дискриминантных функций в трех видах анализа и показатели связи между ними  
 Table 3. Standardized coefficients of discriminant functions in three types of analysis and correlations between them

Признаки	По индивидуальным данным		По средним значениям (n=1463)		По средним значениям (n=2471)		
	КВ I	КВ II	КВ I	КВ II	КВ I	КВ II	
M.1	0,20	<b>-0,70</b>	-0,05	<b>0,91</b>	-0,12	<b>0,85</b>	
M.8	<b>-0,69</b>	<b>0,43</b>	<b>0,77</b>	<b>-0,44</b>	<b>0,77</b>	<b>-0,39</b>	
M.17	<b>0,38</b>	-0,02	<b>-0,41</b>	0,03	<b>-0,40</b>	-0,03	
M.5	<b>-0,31</b>	0,27	<b>0,37</b>	-0,31	<b>0,32</b>	-0,26	
M.9	0,12	0,07	-0,20	-0,09	-0,21	-0,17	
M.26	0,01	0,09	-0,03	-0,10	-0,02	-0,09	
M.27	0,11	<b>0,39</b>	-0,14	<b>-0,41</b>	-0,11	<b>-0,35</b>	
M.28	0,03	0,19	-0,11	-0,22	-0,07	-0,17	
M.45	-0,14	<b>-0,64</b>	0,14	<b>0,67</b>	0,17	<b>0,72</b>	
M.46	-0,10	-0,18	0,07	0,08	0,04	0,10	
M.40	<b>0,38</b>	<b>-0,40</b>	<b>-0,42</b>	0,25	<b>-0,37</b>	0,27	
M.48	<b>-0,34</b>	0,05	<b>0,31</b>	0,12	<b>0,29</b>	0,17	
M.55	-0,23	-0,08	0,19	-0,06	0,21	-0,19	
M.54	0,06	<b>0,38</b>	-0,06	<b>-0,42</b>	-0,07	<b>-0,33</b>	
% объясняемой изменчивости	44,8	15,6	45,1	15,9	44,3	14,9	
Коэффициенты корреляции Спирмена между значениями коэффициентов дискриминантных функций							
		По индивидуальным данным		По средним значениям (n=1463)		По средним значениям (n=2471)	
		КВ I	КВ II	КВ I	КВ II	КВ I	КВ II
По индивидуальным данным	КВ I	–					
	КВ II	-0,31	–				
По средним значениям (n=1463)	КВ I	<b>-0,95</b>	0,17	–			
	КВ II	0,28	<b>-0,96</b>	-0,16	–		
По средним значениям (n=2471)	КВ I	<b>-0,99</b>	0,29	<b>0,97</b>	-0,28	–	
	КВ II	0,31	<b>-0,91</b>	-0,20	<b>0,96</b>	-0,31	–

Примечания: Жирным шрифтом отмечены коэффициенты со значениями выше, чем 0,3 (по модулю)  
 Notes: Values exceeding 0.3 are given in bold

• длина основания черепа и длина основания лица являются однонаправленными размерами, имеют сходные по величине коэффициенты, но разные знаки, так, что в области больших значений первого корня расположены выборки с малой длиной основания черепа при большой длине основания лица.

Последнее из перечисленных сочетание признаков разделяет выборки с ортогнатным и прогнатным лицом. Первый канонический вектор этого анализа противопоставляет группы Океании, Южной Азии и Африки группам североазиатских монголоидов – представителям североазиатской и южносибирской малых рас (якуты, буряты, теленгиты, монголы, казахи и киргизы). Большинство выборок Европы, Юго-Восточной и Восточной Азии расположено в центральной зоне диаграммы рассеяния, в области средних значений первого канонического вектора.

Второй канонический вектор этого анализа берет на себя втрое меньшую часть межгрупповой изменчивости и выделяет следующие признаки, по которым дифференцируются группы:

- продольный и поперечный диаметры черепа, длина теменной дуги (в верхней половине поля расположились группы с более брахикраничными пропорциями, но с большими значениями теменной дуги),
- скуловая ширина плюс ширина носа (в верхней половине диаграммы группы с относительно узким лицом, но с более широким носовым отверстием).

Рассмотрим теперь расположение групп в пространстве канонических векторов при использовании средних по выборкам. Во-первых, величины (по модулю) стандартизованных коэффициентов признаков, имеющих наибольшее значение при разделении групп, практически

одинаковы (табл. 3). Некоторое изменение величин коэффициентов в разных видах анализа отмечается только для двух признаков и только в коэффициентах второго канонического вектора (КВ2): продольный диаметр черепа (М.1) в случае работы со средними имеет большую значимость в межгрупповой изменчивости, а длина основания лица (М.40) – меньшую.

Соотношение коэффициентов при использовании средних величин показывает, что межгрупповая дифференциация идет по тому же набору признаков, что и при работе с индивидуальными данными. Происходит только смена знака у всех коэффициентов и первого и второго канонического вектора, что приводит к зеркальному отражению диаграммы рассеяния первого анализа как по горизонтали, так и по вертикали. Однако общая конфигурация координатного поля не меняется.

Тот же вывод можно сделать при анализе коэффициентов корреляции Спирмена, которые рассчитаны для рядов стандартизованных коэффициентов в разных видах анализа. При сравнении одноименных канонических векторов коэффициенты корреляции Спирмена варьируют от 0,91 до 0,99 по модулю (табл. 3).

На втором этапе проведено сравнение результатов трех видов анализа, проведенных с использованием разных корреляционных матриц для групп с территории Европы (рис. 2).

Анализ проводился на основе набора из 14 признаков.

Группы с территории Европы в целом дифференцируются следующим образом: по первой компоненте во всех видах анализа обособляется армянская серия и довольно компактно располагаются серии Южной Европы. Также для всех видов анализа характерно, что

серия турок с равной вероятностью может быть отнесена как к кластеру Передней Азии, так и к кластеру «Южная Европа», что очевидно отражает реальные морфологические особенности этой группы. Наиболее изменчиво положение двух специфических для данного анализа групп – латышей и удмуртов. Так, при анализе по индивидуальным данным серия удмуртов оказывается в центре диаграммы рассеяния, попадая в скопление групп Передней Азии и Кавказа.

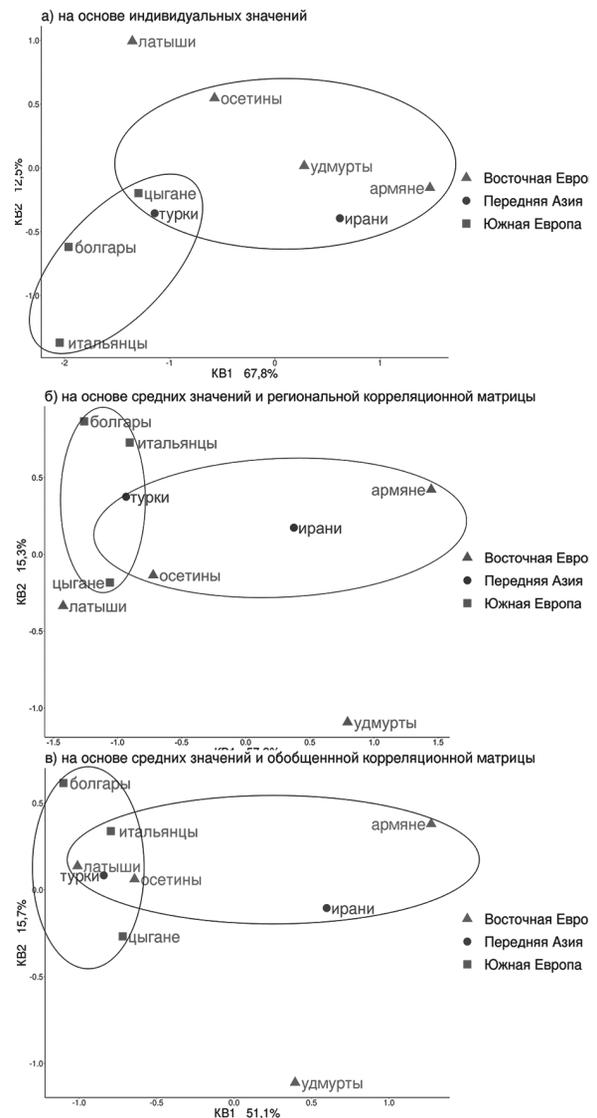


Рис. 2. Распределение исследуемых групп с территории Европы в пространстве первого и второго канонических векторов. а) канонический анализ проведен на основе индивидуальных значений; б) канонический анализ проведен на основе средних значений и региональной корреляционной матрицы; в) канонический анализ проведен на основе средних значений и обобщенной корреляционной матрицы

Figure 2. Distribution of the studied groups from the territory of Europe in the space of the first and second canonical vectors. а) canonical discriminant analysis on individual values; б) canonical discriminant analysis based on mean values and regional correlation matrix; в) canonical discriminant analysis by mean values and generalized correlation matrix

В двух других видах анализа серия удмуртов довольно сильно обособляется от любых скоплений, эту обособленность обеспечивает разделение по второй канонической переменной. Разделение по второй канонической переменной обособляет и группу латышей, но только в случае анализа по индивидуальным данным. В двух других видах анализа латыши максимально приближаются или морфологически совпадают с группами Южной Европы. Вторая каноническая переменная в тех видах анализа, где используется усредненная матрица (региональная или обобщенная) разделяет группы по следующему набору признаков: высотные диаметры черепа, наименьшая ширина лба, высота лица и носа. Большинство групп достаточно похоже по набору этих признаков, выделяется только серия удмуртов. У них относительно низкий череп с небольшой шириной лба, а также высокое лицо с относительно невысоким носом.

Далее аналогичные виды анализа были проведены для популяций с территории Африки (рис. 3)

Для групп с территории Африки результаты проведенных анализов также имеют много общего. Наименее отчетливая дифференциация групп получена в результате анализа индивидуальных данных (рис. 3а). В этом виде анализа не удается разделить группы с территории Восточной и Южной Африки, отделяются только группы Центральной Африки.

При работе со стандартными корреляционными матрицами («региональной» или «общей») ситуация меняется, наилучшим образом обособляются группы с территории Южной Африки (рис. 3б и 3в). Группы Восточной и Центральной Африки также дифференцируются, между ними практически нет трансгрессии, хотя они расположены достаточно близко друг к другу. Разделение трех географических зон Африки

проходит по первой канонической переменной, наибольший вес в этом разделении играют следующие признаки: длина основания лица, длина неба, длина основания черепа, ширина неба. В правой половине координатного поля находятся выборки с большой длиной основания лица при малой длине основания черепа. Для них также характерно короткое и широкое небо. Туда попадают группы с территории Центральной Африки.

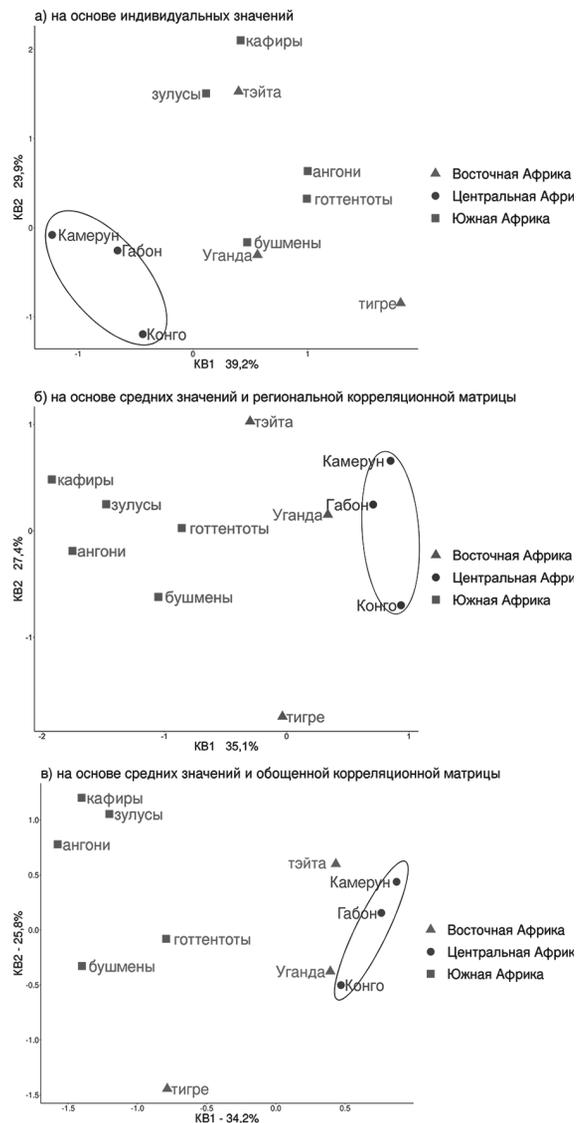


Рис. 3. Распределение исследуемых групп с территории Африки в пространстве первого и второго канонических векторов. а) канонический анализ проведен на основе индивидуальных значений; б) канонический анализ проведен на основе средних значений и региональной корреляционной матрицы; в) канонический анализ проведен на основе средних значений и обобщенной корреляционной матрицы

Figure 3. Distribution of the studied groups from the territory of Africa in the space of the first and second canonical vectors. а) canonical discriminant analysis on individual values; б) canonical discriminant analysis based on mean values and regional correlation matrix; в) canonical discriminant analysis by mean values and generalized correlation matrix

На заключительном этапе исследования все три вида дискриминантного анализа были проведены для популяций Азии. В анализ были включены Северной и Центральной Азии, а также эскимосы Аляски (рис. 4).

Общие закономерности распределения групп с территории Азии сходны во всех вариантах анализа (рис. 4). Практически полностью совпадает распределение групп в первом и третьем вариантах анализа (рис. 4а, 4в).

Фактически по сочетанию первой и второй канонической переменной изученные группы хорошо разделяются на два больших кластера: группы континентальных монголоидов и периферийные по отношению к Центральной Азии группы, куда вошли представители арктической расы и уральской расы. Казахи и киргизы, относящиеся к южносибирской расе, более тесно примыкают к центральноазиатским группам, что, вероятно, отражает морфологические особенности конкретных популяций, использованных в нашем анализе. Так, группа казахов, по мнению автора измерений, характеризуется средневыраженными монголоидными особенностями, размеры лицевого отдела черепа, ширина и высота, не выходят за пределы колебания монголоидных групп [Исмагулов, 1970].

Вторая каноническая переменная для этих видов анализа разделяет группы по морфологическим комплексам, которые не удается связать с географией и/или принадлежностью к какой-либо малой расе.

Полученные в разных анализах матрицы квадратов расстояний Махаланобиса между разными группами сравнили с помощью теста Мантеля, который рассчитывает обобщенный коэффициент корреляции между матрицами. Результаты отражены в таблице 4.

Можно видеть, что наилучшее совпадение матриц расстояний наблюдается для двух ана-

лизис, в которых использованы данные по всем анализируемым группам. Высокие коэффициенты корреляции получены также для групп Северной Азии и Европы. Наименьшее значение корреляции между матрицами расстояний наблюдается при сравнении двух видов анализа африканских групп: по индивидуальным данным и по средним.

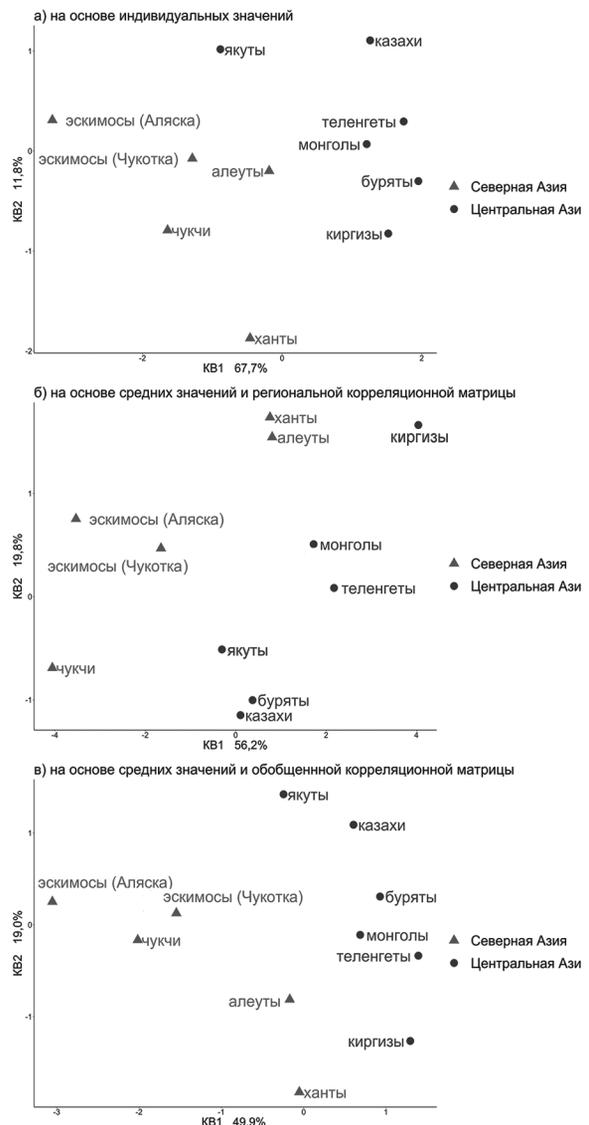


Рис. 4. Распределение исследуемых групп с территории Северной, Центральной Азии и Аляски в пространстве первого и второго канонических векторов. а) канонический анализ проведен на основе индивидуальных значений; б) канонический анализ проведен на основе средних значений и региональной корреляционной матрицы; в) канонический анализ проведен на основе средних значений и обобщенной корреляционной матрицы

Figure 4. Distribution of study groups from North, Central Asia and Alaska in the space of the first and second canonical vectors. а) canonical discriminant analysis on individual values; б) canonical discriminant analysis based on mean values and regional correlation matrix; в) canonical discriminant analysis by mean values and generalized correlation matrix

**Таблица 4. Коэффициенты корреляции между матрицами расстояний Махаланобиса, рассчитанных между группами в разных вариантах канонического дискриминантного анализа**

**Table 4. Correlation coefficients between Mahalanobis distance matrices calculated between groups in different variants of canonical discriminant analysis**

	Все группы	Европа	Азия	Африка
Индивидуальные данные/средние по группам и обобщенная матрица	0,944	0,750	0,804	0,601
Индивидуальные данные/средние по группам и региональная матрица	–	0,776	0,802	0,580
Средние по группам, обобщенная/региональная матрица	–	0,897	0,840	0,960

### Обсуждение

По результатам сравнения трех видов анализа по набору групп, который включает все регионы Старого Света, можно сказать, что взаимное расположение выборок во всех вариантах практически идентично. Во всех видах анализа по сочетанию поперечного диаметра черепа, а также высотных размеров черепа и лица и признаков, отвечающих за степень прогнатизма, хорошо разделились группы экваториального происхождения и североазиатские монголоиды, для последних характерно более ортогнатное и высокое лицо и относительно более низкий и широкий череп. Неудивительно поэтому, что на рисунке 1 они как бы противопоставлены друг другу по первому каноническому вектору, независимо от метода сравнения.

В двух анализах по средним величинам (рис.1б, 1в) есть небольшое различие, которое касается отделения популяций Европы от групп Юго-Восточной Азии. В случае использования средних по меньшему числу индивидов популяции Юго-Восточной Азии образуют более компактный кластер, при этом не происходит перекрытия кластеров Юго-Восточной Азии и Европы. Любопытно, что такое перекрытие происходит как при использовании индивидуальных значений, так и при использовании средних, рассчитанных по максимальному числу индивидов.

При анализе распределения европейских выборок результаты в целом совпадают, за исключением положения групп латышей и удмуртов. Надо отметить, что обе эти выборки как бы выбиваются из того набора европейских групп, который используется в анализе, так как исследуются преимущественно группы Южной Европы, Кавказа и Передней Азии. На фоне их изменчивости характеристики как латышей, так и

удмуртов довольно сильно отличаются, что и приводит к обособлению этих групп в разных вариантах анализа.

Распределение групп с территории Африки сходны в трех вариантах анализа. Однако несколько более четкая дифференциация получается при анализе по средним. Можно предположить, что это связано прежде всего с уровнем внутригрупповой дисперсии, которая в этих видах анализа очевидно рассчитывается по-разному. Возможно также, что свой вклад в более обособленное положение групп при использовании средних вносит корреляционная матрица, которая в случае использования индивидуальных данных может содержать в себе не только реальные закономерности, но и статистические шумы.

Необходимо подчеркнуть, что во всех видах анализа бушмены и готтентоты, отнесенные нами по географическому принципу к Южной Африке, отделяются от южно-африканских групп в большей или меньшей степени. Наиболее ярким это обособление бушменов и готтентотов становится при использовании обобщенной корреляционной матрицы.

Во всех анализах популяций с территории Азии происходит дифференциация на два блока: группы с центральной территории Северной Азии (буряты, монголы, теленгиты, носители центральноазиатского антропологического типа) и выборки с периферии Северной Азии (эскимосы, чукчи, алеуты, ханты). Это разделение выражено в большей или меньшей степени, кластеры в разных видах анализа различаются степенью своей компактности, различается также и расположение групп, относящихся к южносибирской расе (казахи, киргизы). Но в целом можно предположить, что во всех видах анализа произо-

шло разделение на группы с более выраженным монголоидным обликом и группы, в которых монголоидные особенности выражены более слабо. Важно отметить, что это разделение фиксируется несмотря на различные входные данные.

Для того, чтобы формально оценить сходство рядов стандартизованных коэффициентов полученных при использовании разных данных был рассчитан коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Следует оговорить, что такой подход предполагает сравнение рядов стандартизованных коэффициентов, которые включают в себя в том числе значения близкие к нулю. А для интерпретации межгрупповой изменчивости эти коэффициенты не имеют значения. Поэтому подобное сравнение приведет к заведомому снижению коэффициентов корреляции Спирмена. Было бы корректнее сравнивать только значимые нагрузки, но их количество обычно невелико, поэтому расчет коэффициентов корреляции был бы априори неверен. Поэтому мы рассчитали коэффициенты корреляции Спирмена для всех стандартизованных коэффициентов, независимо от их величины. При таком сравнении выяснилось, что коэффициенты корреляции между рядами стандартизованных коэффициентов для анализа африканских и азиатских популяций совпадают и равны 0,7. Для европейских выборок коэффициент корреляции Спирмена для рядов стандартизованных коэффициентов по первому корню составил 0,9, по второму 0,5. Анализ рядов стандартизованных коэффициентов для выборок всего Старого Света (все три вида анализа, таблица 3) показывает, что при сопоставлении одноименных канонических векторов корреляции между ними составляют от 0.91 до 0.99 (по модулю). Все это позволяет заключить, что использование разных видов входных данных приводит к практически идентичным результатам.

### Заключение

Проведенная серия дискриминантных анализов позволяет сделать важные методические выводы.

Во-первых, становится очевидным, что использование как индивидуальных значений, так и средних по выборкам в большинстве случаев

приводит к очень похожим результатам. Любопытно при этом, что доля объясняемой межгрупповой изменчивости в анализах региональных выборок довольно сильно отличается при использовании разных корреляционных матриц, последовательно уменьшаясь по мере увеличения степени обобщенности коэффициентов корреляции. Максимальные значения доли изменчивости, которую берет на себя первая каноническая функция, появляются при работе с индивидуальными данными, минимальные – при использовании обобщенной («стандартной») корреляционной матрицы.

Во-вторых, можно заключить, что использование индивидуальных данных в анализах может приводить к ухудшению дифференцирующих возможностей дискриминантного анализа. Это связано прежде всего с математическим аппаратом анализа, так как при очень высокой внутригрупповой дисперсии возможности дискриминации сильно ухудшаются. При этом индивидуальная изменчивость краниологических признаков настолько велика, что чаще всего перекрывает по размаху межгрупповую [Козинцев, 2016; Relethford, 2002].

Необходимо особо подчеркнуть, что для проведения анализов использовались совершенно разные программные продукты. Несмотря на это, получаемые координаты выборок в многомерном пространстве, визуализированные на двумерных графиках, в основном совпадают, отличаясь лишь деталями расположения отдельных выборок. Совпадают также стандартизованные коэффициенты дискриминантных функций.

Важным ограничительным фактором при использовании индивидуальных данных в краниологических исследованиях древнего населения выступает уменьшение численности индивидов, включенных в анализ, вследствие большого числа пропущенных значений. Вместе с тем именно для краниологических данных существуют стандартные значения среднеквадратических отклонений, а также несколько вариантов стандартных корреляционных матриц. Это позволяет уверенно рекомендовать преимущественное использование в краниологии программ, которые позволяют проводить канонический дискриминантный анализ по средним данным.

## Библиография

Алексеев В.П., Дебец Г.Ф. Краниометрия. Методика антропологических исследований. М.: Наука. 1964. 128 с.

Беневоленская Ю.Д. Групповая изменчивость краниометрических корреляций // Проблемы этнической антропологии и морфологии человека, 1974. с. 158–165.

Бунак В.В. Crania armenica. Исследования по антропологии Передней Азии. Москва. 1927. 314 с.

Бунак В.В. Корреляции признаков. Происхождение и этническая история русского народа // Труды ин-та этнографии, 1965. Т. 88. С. 139–151.

Гончаров И.А., Гончарова Н.Н. Программа MultiCan для анализа многомерных массивов данных с использованием статистик выборок и параметров генеральной совокупности (MultiCan). Свидетельство о регистрации прав на ПО №2016610803. М., 2016.

Дебец Г.Ф. К унификации краниологических исследований // Антропологический журнал, 1935. №1. С. 118–124.

Дебец Г.Ф. Палеоантропология древних эскимосов (Ипиутак, Тигара) // Этнические связи народов севера Азии и Америки по данным антропологии, 1986. с. 6–149.

Дерябин В.Е. Курс лекций по традиционной биометрии для антропологов. Москва, 2007, 331 с.

Ефимова С.Г. Палеоантропология Поволжья и Приуралья. М.: Изд-во Московского университета. 1991. 95 с.

Исмагулов О. Население Казахстана от эпохи бронзы до современности (палеоантропологическое исследование). Алма-Ата: Наука. 1970. 241 с.

Козинцев А.Г. О некоторых аспектах статистического анализа в краниометрии // Радловский сборник: Научные исследования и музейные проекты МАЭ РАН в 2015 г., 2016. С. 381–390.

Малиновский А.А. Элементарные корреляции человеческого организма // Труды института цитологии, гистологии и эмбриологии, 1948. Т.2. Вып. 1. С. 136–198.

Рогинский Я.Я. Величина изменчивости измерительных признаков черепа и некоторые закономерности их корреляции у человека // Ученые записки, 1954. №166. С. 68–90.

Рогинский Я.Я. Закономерности связей между признаками в антропологии // Советская этнография. М., 1962. №5. С. 15–29.

Пежемский Д.В., Федорчук О.А. К проблеме корреляционных взаимосвязей общих размеров черепа человека // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология, 2020. № 2. С. 126–137. doi: 10.32521/2074-8132.2020.2.126-137

Тихонов А.Г. Сравнение различных алгоритмов канонического анализа применительно к антропологическим данным // Вестник антропологии, 2001. Вып. 7. С. 156–165

Широбоков И.Г. О применении усредненной матрицы корреляций в краниометрии // Camera praehistorica, 2021. № 1 (6). С. 141–149. doi: 10.31250/2658-3828-2021-1-63-141-149.

### Информация об авторах

Гончарова Наталья Николаевна, к.б.н.; ORCID ID: 0000-0001-8504-1175; 1455008@gmail.com

Федорчук Ольга Алексеевна, к.б.н.; ORCID ID 0000-0002-9645-2014; lela.fed@yandex.ru

Поступила в редакцию 25.10.2022,  
принята к публикации 16.12.2022.

Fedorchuk O.A.<sup>1,2,4</sup>, Goncharova N.N.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Department of Anthropology, Leninskie Gory, 1(12), Moscow, 119234, Russia;

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University, Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology, Mokhovaya st., 11, Moscow, 125009, Russia;

<sup>3</sup> FSBI «Research Centre for Medical Genetics», Moskvorechie st., 1, Moscow, 115522, Russia;

<sup>4</sup> Paleoethnology Research Center, Novaja plochad, 12, 5, Moscow, 109012, Russia

## COMPARABILITY OF RESULTS FROM CANONICAL DISCRIMINANT ANALYSIS BASED ON DIFFERENT INPUT DATA

**Introduction.** Canonical discriminant analysis, based on the mean values of the traits, is widely used by anthropologists. These analyses use standard deviation means, as well as standard correlation coefficients. The question of the comparability of the results of such analysis with the results based on individual values remains open. Moreover, the existing inter-group variability in correlation coefficients can lead to altered analysis results when applying the correlation matrix calculated for the specific under analysis groups.

This study compares the results of three variants of the canonical discriminant analysis: based on individual data, based on average values and a generalized (species-specific) correlation matrix, and based on average values and a regional (calculated for a certain region) correlation matrix.

**Materials and methods.** Data from 48 ethno-territorial groups from the Old World were used. The series are dated close to modern times, from the 16th to the 20th century. Twenty-five craniometric linear features have been measured. For canonical analysis on individual data we used the R language package, and for average data analysis the MultiCan software was used.

**Results.** The results of the two analyses performed on individual data and on average data turned out to be quite similar.

A comparison of the results of a series of discriminant analyses carried out on samples of the three major races using different correlation matrices reveals some small differences in the mutual arrangement of groups. In general, the distribution of samples in the scatter plots, as well as the standardized coefficients of discriminant functions coincide, regardless of the type of initial data.

**Conclusion.** In general, it may be concluded that the use of both individual values and sample averages in most cases leads to the same results. When individual values are used, the results may be distorted as a result of a strong reduction in the number of samples. Also, sample differentiation in this case is strongly influenced by a higher real intra-group variability.

**Keywords:** biological anthropology; archaeological material; craniology; biometry; canonical discriminant analysis (CDA); correlations

DOI: 10.32521/2074-8132.2023.1.062-077 (MUAB)

## References

- Alekseev V.P. Debec G.F. *Kraniometriya. Metodika antropologicheskikh issledovanij* [Cranio-metry. Anthropological research methodology]. M.: Nauka, 1964. 128 p. (In Russ.).
- Benevolenskaya Yu.D. Gruppovaya izmenchivost' kraniometricheskikh korrelyacij [Group variability in craniometric correlations]. In *Problemy etnicheskoj antropologii i morfologii cheloveka* [Problems of ethnic anthropology and human morphology], 1974, pp. 158–165. (In Russ.).
- Bunak V.V. *Crania armenica. Issledovaniya po antropologii Perednej Azii* [Studies on the anthropology of West Asia]. Moskva, 1927, 314 p. (In Russ.).
- Bunak V.V. Korrelyacii priznakov. Proiskhozhdenie i etnicheskaya istoriya russkogo naroda [The correlation of traits. The origin and ethnic history of the Russian people]. *Trudy instituta etnografii* [Proceedings of the Institute of Ethnography], 1965, 88, pp. 139–151. (In Russ.).
- Goncharov I.A., Goncharova N.N. *Programma MultiCan dlya analiza mnogomernykh massivov dannykh s ispol'zovaniem statistik vyborok i parametrov general'noi sovokupnosti (MultiCan)* [The MultiCan program for the analysis of multidimensional data arrays using statistics of samples and parameters of the general population (MultiCan)]. Svidetel'stvo o registratsii prav na PO №2016610803. Moscow, 2016. (In Russ.).
- Debec G.F. K unifikacii kraniologicheskikh issledovanij [Towards the unification of craniological research]. *Antropologicheskij zhurnal* [Journal of Anthropology], 1, 1935, pp. 118–124. (In Russ.).
- Debec G.F. Paleoantropologiya drevnih eskimosov (Ipiutak, Tigara) [Paleoanthropology of ancient Eskimos (Ipiutak, Tigara)]. In *Etnicheskie svyazi narodov severa Azii i Ameriki po dannym antropologii* [Ethnic relations of the peoples of the North of Asia and America]. 1986, pp. 6–149. (In Russ.).
- Deryabin V.E. *Kurs lekcij po tradicijnoj biometrii dlya antropologov* [A course of lectures on traditional biometry for anthropologists]. Moskva, 2007, 331 p. (In Russ.).
- Efimova S.G. *Paleoantropologiya Povolzh'ya i Priural'ya* [Paleoanthropology of the Volga and Ural regions]. Moscow, MGU Publ., 1991. 95 p. (In Russ.).
- Ismagulov O. *Naselenie Kazakhstana ot ehpkohi bronzy do sovremennosti (paleoantropologicheskoe issledovanie)* [The population of Kazakhstan from the Bronze Age to the present (paleoanthropological study)]. Alma-Ata, Nauka Publ., 1970. 241 p. (In Russ.).
- Kozincev A.G. O nekotoryh aspektah statisticheskogo analiza v kraniometrii [On some aspects of statistical analysis in craniometry]. *Radlovskij sbornik: Nauchnye issledovaniya i muzejnye proekty MAE RAN v 2015 g.* [Radloff Collection: Scientific research and museum projects of the MAE RAS in 2015], 2016, pp. 381–390. (In Russ.).
- Malinovskiy A.A. Elementarnye korrelyacii chelovecheskogo organizma [Elementary correlations of the human body]. *Trudy instituta citologii, gistologii i embriologii* [Proceedings of the Institute of Cytology, Histology and Embryologists], 1948, 2, pp. 136–198. (In Russ.).
- Roginskii Ya.Ya. Velichina izmenchivosti izmeritel'nykh priznakov cherepa i nekotorye zakonomernosti ikh korrelyatsii u cheloveka [The magnitude of the variability of the measuring signs of the skull and some patterns of their correlation in humans]. *Uchenye zapiski* [Scientific notes], 1954, 166, pp. 68–90. (In Russ.).
- Roginskii Ya.Ya. Zakonomernosti svyazei mezhdru priznakami v antropologii [Patterns of relationships between signs in anthropology]. *Sovetskaya etnografiya* [Soviet Ethnography], 1962, 5, pp. 15–29. (In Russ.).
- Pezhetskij D. V., Fedorchuk O. A. K probleme korrelyacionnykh vzaimosvyazej obshchih razmerov cherepa cheloveka [To the problem of correlation relationships of the craniometric traits of a human cranium]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 23: Antropologiya], 2020, 2, pp. 126–137. doi: 10.32521/2074-8132.2020.2.126-137
- Thonov A.G. Sravnenie razlichnykh algoritmov kanonicheskogo analiza primenitel'no k antropologicheskim dannym [Comparison of different canonical analysis algorithms as applied to anthropological data]. *Vestnik an-*

- tropologii* [Bulletin of Anthropology], 2001, 7. pp. 156–165. (In Russ.).
- Shirobokov I.G. O primenenii usrednennoj matricy korrelyacij v kraniometrii [On the application of the averaged correlation matrix in craniometry]. *Camera praeistorica* [Camera praehistorica] 2021, 1 (6), pp. 141–149. (In Russ.).
- Benington R.C., Pearson K. A Study of the Negro Skull with Special Reference to the Congo and Gaboon Crania. *Biometrika*, 1912, 8 (3/4), pp. 292–339.
- G. von Bonin. Beitrag Zur Kraniologie von Ost-Asien. *Biometrika*, 1931a, 23, (1/2), pp. 52–113.
- G. von Bonin. A Contribution to the Craniology of the Easter Islanders. *Biometrika*, 1931b, 23 (3/4), pp. 249–270.
- G. von Bonin. On the Craniology of Oceania. Crania from New Britain. *Biometrika*, 1936, 28, (1/2), pp. 123–148.
- Drontschilow K. Metrische Studien an 93 Schädeln aus Kamerun. *Archiv für antropologie*, 1913, 12, pp. 161–183.
- Friendly M., Fox J. Candisc: Visualizing Generalized Canonical Discriminant and Canonical Correlation Analysis. R package version 0.8-6, 2021 <https://CRAN.R-project.org/package=heplots>.
- Fisher R.A. Frequency distribution of the values of the correlation coefficient in samples of an indefinitely large population. *Biometrika*, 1915, 10 (4), pp. 507–521. doi:10.2307/2331838
- Fisher R.A. On the 'Probable Error' of a Coefficient of Correlation Deduced from a Small Sample. *Metron*, 1921, 1, pp. 3–32.
- Górny S. Crania africana: Uganda. Człowiek w Czasie i Przestrzeni: kwartalnik Polskiego. *Towarzystwa Antropologicznego*, 1957, 1 (1), p. 56.
- Hambly W.D. *Craniometry of New Guinea*. Chicago, 1940, 338 p.
- Harrower G.A. Study of the Hokien and Tamil Skull. *Biometrika*, 1924.
- Kitson E.A. Study of the Negro Skull with Special Reference to the Crania from Kenya Colony. *Biometrika*, 1931, 23 (3), pp. 271–314.
- Martin R. *Lehrbuch der Anthropologie*. 2-te Aufl. Bd. II, 1928.
- Morant G.M. A Study of Certain Oriental Series of Crania Including the Nepalese and Tibetan Series in the British Museum (Natural History). *Biometrika*, 1924, 16 (1/2), pp. 1–10.
- Relethford J.H. Apportionment of global human genetic diversity based on craniometrics and skin color. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2002, 118, pp. 393–398.
- Sergi S. *Crania habessinica: contributo all'antropologia dell'Africa orientale*. Loescher. Roma, 1912, 519 p.
- Shrubsall F. Crania of African Bush Races. *J. Anthropol. Inst. G.B. and Ireland*, 1898, 27, pp. 263–292.
- Shrubsall F. A Study of A-Bantu Skulls and Crania. *J. Anthropol. Inst. G.B. and Ireland*, 1899, 28 (1/2), pp. 55–94.
- Tildesley M.L. A First Study of the Burmese Skull. *Biometrika*, 1921, 13 (2/3), pp. 176–262.
- Wickham H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, 2016. <https://ggplot2.tidyverse.org>.
- Wicklin R. Fisher's transformation of the correlation coefficient, 2017. Электронный ресурс. URL: <https://blogs.sas.com/content/iml/2017/09/20/fishers-transformation-correlation.html> (дата обращения 18.11.2022)
- Winterbottom A. A Note on the Derivation of Fisher's Transformation of the Correlation Coefficient. *The American Statistician*, 1979, 33 (3), pp. 142–143, doi: 10.1080/00031305.1979.10482682

#### Information about Authors

Goncharova Natalia N., PhD; ORCID ID: 0000-0001-8504-1175; 1455008@gmail.com

Fedorchuk Olga A., PhD; ORCID ID 0000-0002-9645-2014; lela.fed@yandex.ru



Карапетьян М.К.

*МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии,  
ул. Моховая, д. 11, Москва, 125009, Россия*

## ПИЩЕВЫЕ ТРАДИЦИИ ПО ДАННЫМ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ: СТЕПИ И ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ И ЮЖНОГО УРАЛА В ЭПОХУ БРОНЗЫ

**Введение.** В рамках исследования палеопатологических особенностей населения эпохи бронзы Волго-Уральских и Южно-Уральских степей и лесостепей, возникла необходимость изучения и обобщения имеющихся обширных данных о пищевых традициях этого населения, полученных специалистами различных смежных областей. Ведь состояние «здоровья» населения во многом связано с тем, чем и как оно питается и в условиях какой патогенной нагрузки существует.

**Материалы и методы.** В работе обобщены основные результаты археологических, зооархеологических, палеоботанических, геохимических, изотопных и палеопатологических исследований.

**Результаты.** Сейчас уже практически достоверно установлено, что основой жизнеобеспечения изучаемого населения было скотоводство с элементами охоты и собирательства и отсутствием земледелия. Зооархеологические исследования состава стада показывают, что крупный рогатый скот играл доминирующую роль и использовался как для получения мяса, так и молока, с некоторой территориальной и временной вариацией того, какой из компонентов был важнее. Некоторую, по всей видимости, второстепенную роль в жизни изучаемого населения играли охота и рыбная ловля. Очевидно, что употребления растительной пищи все же имело место. Исследователи сходятся во мнении, что это были дикие растения, произрастающие в степях и лесостепях, такие как марь, лебеда, горец и ряд других.

**Заключение.** Во многом исследование смежных областей касательно обсуждаемой тематики взаимосвязаны и взаимоинтерпретируемы, что и позволяет создать общую картину. В то же время остается ряд нерешенных вопросов, требующих дальнейших, более детализированных аналитических разработок, в том числе с привлечением данных палеопатологии.

**Ключевые слова:** биологическая антропология; палеоантропология; диета; эпоха бронзы; Волго-Уралье; Зауралье; скотоводы; биоархеология

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-23-15-1-7 (LJA)

### Введение

Информация о хозяйственном укладе и пищевых традициях создает одну из базовых характеристик изучаемых древних групп. В том числе, она важна для специалистов, занимающихся исследованием скелетированных останков людей, чья работа неотъемлемо связана с археологическим источником и результатами других естественнонаучных изысканий. Вместе с тем, формирование более или менее исчерпы-

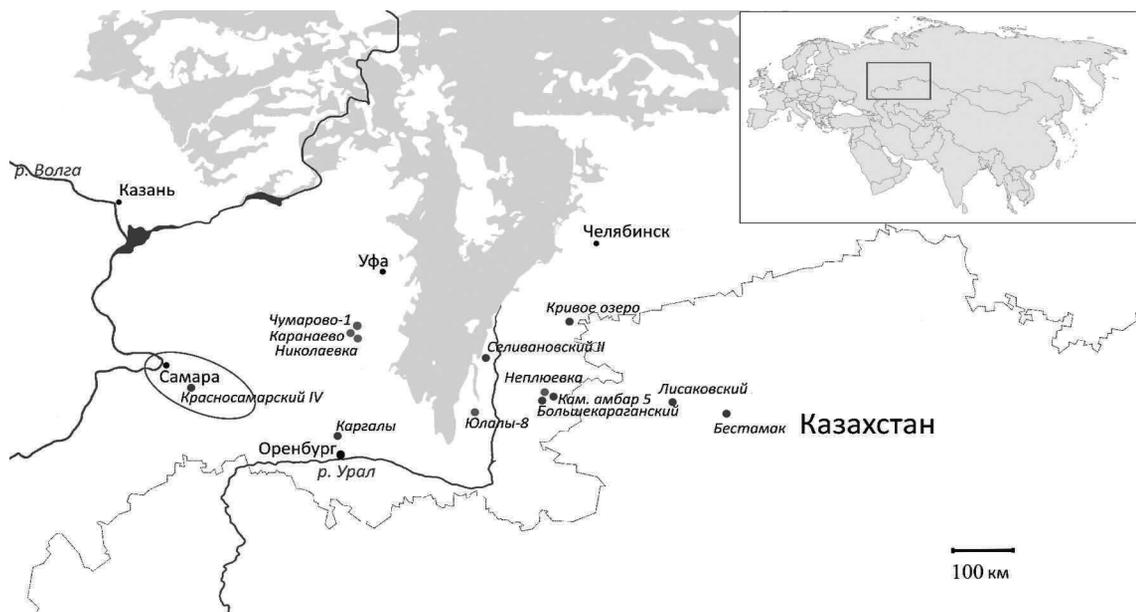
вающих представлений о пищевых традициях и хозяйственном укладе невозможно без комплексной работы представителей целого спектра смежных дисциплин, таких как археология, зооархеология, палеоботаника, геохимия, палеопатология и некоторых других. От этих представлений будет зависеть и интерпретация палеопатологических характеристик той или иной группы, ведь состояние «здоровья» населения во многом связано с тем, чем и как оно питается и в условиях какой патогенной нагрузки существует.

Можно привести большое число примеров распространенных патологических изменений, для которых возможны альтернативные, а нередко и кардинально противоположные, интерпретации. Так, рахит, зачастую отождествляемый с дефицитом витамина D, в ряде случаев может быть вызван нехваткой кальция в потребляемой пище [Pettifor, 2004]. Высокая частота зубного камня в группах скотоводов традиционно рассматривается как свидетельство высокопротеиновой диеты [Зданович, 2002, с. 159–164; Ventresca Miller et al., 2014a; Murphy, Khokhlov, 2016; Judd et al., 2018; Karapetian et al., 2021], а в ранних земледельческих группах – употребления растительной пищи с высоким содержанием силикатов или плохой гигиены ротовой полости [Lieverse, 1999]. Сведения о диете представляют интерес не только для палеопатологов, но и для морфологов. В частности, изменение длины тела может быть связано как со сменой генофонда популяции, так и со сменой хозяйственного уклада и пищевого рациона [например, Macintosh et al., 2016].

В рамках исследования особенностей населения эпохи бронзы Волго-Уральских и

Южно-Уральских степей и лесостепей [Куфтерин, Карапетян, 2021; Карапетян, Шарапова, 2022; Karapetian et al., 2021], возникла необходимость суммиации многочисленных данных о пищевых традициях этого населения, полученных специалистами различных смежных областей, с точки зрения специалиста, изучающего биологию этого населения, что и является целью настоящей работы. Этим обстоятельством в целом, а также необходимостью более осмысленного подхода к биоархеологическому анализу изучаемых групп скотоводов в частности, обусловлена актуальность проведенной работы. Не являясь специалистом в смежных областях, автор не ставит перед собой цели осветить ведущиеся профессиональные дискуссии и охватить весь объем имеющихся публикаций, а лишь пытается в общих чертах охарактеризовать сложившиеся в настоящий момент представления.

Палеопатологические исследования по изучаемому населению пока что немногочисленны. Выборки, которые анализировались на сегодняшний день, представлены на рисунке 1 и примерно обозначают территорию, о которой пойдет речь в данной работе.



**Рисунок 1.** Карта, обозначающая выборки эпохи бронзы Волго-Уральского региона и Зауралья, по которым опубликованы палеопатологические наблюдения. Область, выделенная голубым овалом примерно обозначает около 40 памятников бассейна реки Самары, изученные А. Мерфи; Красным обозначены выборки, изученные автором статьи

**Figure 1.** A map showing Bronze Age sites from Volga-Ural and Trans-Ural regions with published paleopathological observations. The blue oval loosely defines an area in the Samara river valley with about 40 sites, studied by A. Murphy; red color defines sites, studied by the author of the current publication

Группы, о которых идет речь, характеризовались в целом хорошим состоянием зубной системы (минимум случаев кариеса<sup>1</sup>, прижизненной утраты зубов, хорошее состояние эмали, не считая частых случаев незначительно выраженных гипопластических дефектов, средняя скорость стирания жевательных поверхностей), частой встречаемостью *cribra orbitalia* – маркера анемии – и зубного камня<sup>2</sup>, отсутствием случаев цинги<sup>3</sup> и остеологических проявлений специфических инфекций, в том числе зоонозных, и единичными случаями рахита [Зданович, 2002, с. 159–164; Бужилова, 2005; Ражев, Епимахов, 2005; Куфтерин, Нечвалода, 2016; Перерва, Капинус, 2019; Куфтерин, Карапетян, 2021; Карапетян, Шарапова, 2022; Murphy, Khokhlov, 2016; Judd et al., 2018].

Обобщенные ниже работы, хоть и затрагивают большую часть бронзового века, в большинстве выполнены на памятниках эпохи средней и поздней бронзы, т.к. памятники этого периода наиболее многочисленны и предоставляют значительную часть свидетельств о хозяйственном укладе жившего в эти периоды населения. На протяжении бронзового века, степи и лесосте-

пи Волго-Уралья и Зауралья населяли кочевые (ранняя бронза) и оседлые (переход от средней к поздней бронзе, поздняя бронза) скотоводы. Кочевое, полукочевое или оседлое скотоводство и было основой их жизнеобеспечения.

### Использование продуктов земледелия

В литературе, посвященной хозяйственному укладу и экономике обсуждаемого населения ключевым вопросом является наличие в этих группах элементов земледелия и использования в пищу окультуренных злаков. Так, опираясь на ряд теоретических предпосылок и некоторые археологические свидетельства, изначально предполагалось, что практика возделывания земли существовала у населения синташтинской культуры Зауралья, хоть и признавался её вспомогательный характер [например, Зданович, 2002, с. 124–125]. Комплексное скотоводческо-земледельческое хозяйство предполагали и у населения абашевской культуры [Васильев, Матвеева, 1986, с. 75], и в качестве объяснения перехода к оседлому образу жизни населения начала эпохи поздней бронзы Среднего Поволжья [см. Anthony, 2016].

В настоящее время, этот вопрос практически решен в пользу как отсутствия земледелия на протяжении всей эпохи бронзы вплоть до её финала, так и отсутствия сколь либо заметного употребления в пищу злаков, которые могли быть получены путем обмена с земледельческими общинами [Епимахов, 2010; Anthony, 2016]. Это подтверждают результаты систематических палеоботанических исследований, показавших отсутствие семян, пыльцы и других остатков культурных злаков на поселениях [Пашкевич, 2000; Черных, 2004, с. 240–248; Рябогина, Иванов, 2011; Ng, 2013; Stobbe, 2013; Rühl et al., 2015; Popova, 2016; Weisskopf, Rosen, 2016], а также косвенно подтверждают результаты изотопных исследований и анализ зубных патологий, согласующиеся с тезисом о преобладании в питании населения белковой и незначительной роли растительной пищи [Зданович, 2002, с. 159–164; Добровольская, 2005; Ventresca Miller et al., 2014b; Schulting, Richards, 2016; Hanks et al., 2018]. Более того, изотопный анализ образцов из памятников бассейна реки Самары не выявил значимых различий при

<sup>1</sup> Исключением является выборка из могильника Кривое Озеро Южного Зауралья, где Г.В. Рыкушина выявила кариес у 6 из 11 индивидов [Рыкушина, 2003, с. 359]. Этот результат требует верификации.

<sup>2</sup> *Cribra orbitalia* встречается с частотой от 21 до 57% случаев в выборках невзрослых, а частота зубного камня в ряде случаев достигает 100%, как у взрослых, так и у невзрослых [Перерва, Капинус, 2019; Куфтерин, Карапетян, 2021; Карапетян, Шарапова, 2022; Murphy, Khokhlov, 2016; Karapetian et al., 2021].

<sup>3</sup> Цинга упоминается лишь в одном из палеопатологических исследований – в работе Е.В. Перервы и Ю.О. Капинус по Красносамарскому IV могильнику содержится следующая расплывчатая фраза: «...признаки анемии в виде «*cribra orbitalia*» глазниц, изменения костной ткани, в виде пороза костей свода и лицевого отдела черепа, указывающие на развитие такого заболевания как цинга, а также маркеры воспалительных процессов, в виде периоститов черепа и воспаления надкостницы на длинных костях скелета характерны для выборки неполовозрелых индивидов» [Перерва, Капинус, 2019, с. 148]. Остается непонятным, какими диагностическими критериями авторы пользовались и с какой частотой это заболевание наблюдалось. Учитывая, что А. Мерфи, изучавшая материалы раскопок этого могильника ранее, случаев цинги в нем не зафиксировала [Murphy, Khokhlov, 2016], а также факт, что цинга не отмечена в других выборках эпохи поздней бронзы Волго-Уральского региона и Зауралья, результаты упомянутого исследования требуют верификации.

переходе от кочевого скотоводства в более ранние периоды эпохи бронзы к оседлому образу жизни в более поздние её периоды [Schulting, Richards, 2016]. Приводимые ранее археологические свидетельства земледелия, такие как «серпы» или «зернотерки», в настоящий момент получили альтернативную интерпретацию [Черных, 2004, с. 240–248; Епимахов, 2010; Anthony, 2016].

Несколько противоречивыми остаются результаты анализов содержимого горшков из могильников по нагарам или элементному составу содержащихся в них почв. Так, в пригарах сосудов из Большекараганского 25 кургана в Зауралье (ассоциирован с поселением Аркаим синташтинской культуры) обнаружены растительные частицы, определенные как остатки зерновых. В одном случае даже определен род злаков – ячмень [Зданович, 2002, с. 124]. В.Е. Приходько и соавторы, восстанавливают содержимое ряда сосудов из могильников Каранаево-1 и Чумарово-1 срубной культуры в Приуралье как молочную кашу, похлебки на мясном бульоне с добавлением круп (пшеница, овес) и пшеничную или пшеничную кашу [Приходько с соавт., 2017]. А.В. Матвеев и соавторы реконструируют пищу, приготавливавшуюся в сосудах из Хрипуновского могильника алакульской культуры (Тюменская область) в основном как композитную, имеющую мясную или молочную основу с добавлением растительных ингредиентов, возможно даже злаков [Матвеев с соавт., 2010]. В то же время, анализ содержимого горшков не является прямым наблюдением, а представляет собой результат интерпретации. Существующие же палеоботанические исследования [Черных, 2004, с. 240–248; Stobbe, 2013; Rühl et al., 2015; Popova, 2016; Weisskopf, Rosen, 2016] наводят на мысль, что обнаруживаемые в горшках растительные остатки и наблюдающийся элементный профиль почвы могли принадлежать диким растениям, нежели окультуренным злакам.

### Состав мясной пищи

Зооархеологические свидетельства указывают на то, что основой жизнеобеспечения изучаемого населения было разведение домашних копытных [Цалкин, 1964; Косинцев, 1989; Зданович, 2002, с. 173–188; Петренко, 2003; Черных, 2004, с. 182–239; Косинцев, 2004; Петренко, Асылгараева, 2007;

Косинцев с соавт., 2007; Рассадников, 2016; Косинцев, 2017; Рассадников, 2019; Outram et al., 2012; Kosintsev, 2016 и др.]. В пищевых целях использовались крупный рогатый скот (КРС), мелкий рогатый скот (МРС), лошадь и, в незначительной степени, свинья. Находимые на поселениях редкие остатки диких животных могут указывать на спорадическое употребление в пищу и этого источника. Мясной рацион, во многом не менялся на протяжении конца среднего – позднего бронзового века, даже при переходе от более подвижных форм скотоводства к большей оседлости [Рассадников, 2016; Косинцев, 2017; Ventresca Miller et al., 2014b; Schulting, Richards, 2016].

В подавляющем большинстве случаев, в кухонных отходах всех поселений эпохи бронзы степной и лесостепной полосы обсуждаемого региона преобладают остатки крупного рогатого скота (КРС), игравшего главную роль в хозяйстве как средневожжского, так и южноуральского населения. Второе место, как правило, занимает мелкий рогатый скот (МРС) с преобладанием костей овцы, реже лошадь, которая чаще занимает третье место [Цалкин, 1964; Петренко, 2003; Черных, 2004, с. 182–239; Косинцев, 2004; Косинцев с соавт., 2007; Рассадников, 2016; Косинцев, 2017; Outram et al., 2012; Rassadnikov et al., 2013 и др.]. Роль МРС варьирует территориально и хронологически: разведение МРС имело большее значение в более степных и сухих областях в сравнении с более влажными степными и лесостепными [Петренко, 2003; Косинцев с соавт., 2007; Outram et al., 2012]. В ряде случаев, при подсчете удельного потребления мяса выявляется важность конины наряду с КРС, даже если кости МРС преобладают над костями лошади (например, на поселении Аитово абашевской и срубной культуры в Приуралье или срубно-алакульском Покровском поселении Оренбургской области [Петренко, 2003]). Считается, что в пищевых целях овцы в основном использовались на мясо, а козы – для получения молока [Косинцев с соавт., 2007; Рассадников, 2019; Rassadnikov et al., 2013; Kosintsev, 2016]. Остатки свиньи находят на многих поселениях, однако её процент во многих случаях крайне мал, что указывает на в целом незначительную роль этого пищевого источника [Петренко, 2003; Черных, 2004, с. 182–239; Косинцев, 2004; Косинцев с соавт., 2007; Рассадников, 2016; Косинцев, 2017; Rassadnikov et al., 2013].

Имеются также свидетельства нетипичного потребления мяса в ритуализированном контексте. Одним из наиболее ярких примеров является поселение Красносамарское срубной культуры Самарской области, где многочисленны фрагментированные остатки собак [Kosintsev, 2016]. Судя по всему, это девиантное пищевое поведение сопровождало некий регулярный ритуал, по мнению специалистов – инициацию молодых мужчин в воинов [Anthony, Brown, 2017]. Хотя поедались все части животного, особое внимание уделялось голове (мозг?).

### Рыба как источник пищи

Роль рыбы как источника пищи у изучаемого населения до сих пор не ясна. Отчасти это связано с нерегулярным просевом почвы при раскопах поселений, однако даже там, где просев осуществлялся, остатки рыб относительно редки. О существовании практики рыбной ловли свидетельствуют находки чешуи и других остатков рыб на поселении Каменный Амбар синташтинской и срубно-алакульской культур в Южном Зауралье [Stobbe et al., 2013], поселениях эпохи поздней бронзы Юкалекулевское в Южном Приуралье [Дьяченко, 1985] и Темиркаш в Центральном Казахстане [Outram et al., 2012]. Остатки рыб обнаружены и на ряде абашевских поселений, расположенных вдоль рек, вместе с находками рыболовных крючков [Петренко, 2003]. В числе обнаруживаемых видов рыб встречаются преимущественно язь (Юкалекулевское поселение), карп и пресноводный окунь (Каменный Амбар), реже встречаются остатки других представителей семейства карповых и щука [Дьяченко, 1985; Outram et al., 2012; Stobbe et al., 2013]. При этом, анализы содержимого горшков из ряда могильников эпохи бронзы как в Волго-Уральском регионе, так и в Зауралье наличие в них приготовленной рыбы не выявляют [Приходько с соавт., 2017; Булакова с соавт., 2021; Outram et al., 2012], за исключением одного сосуда из Хрипуновского могильника алакульской культуры [Матвеев с соавт., 2010].

В то время как все без исключения изотопные исследования подтверждают преобладание в пище мяса и/или молока наземных травоядных животных [Зданович, 2002, с. 159–164; Добровольская, 2005; Ventresca Miller et al., 2014b; Schulting, Richards, 2016; Motuzaitė Matuzeviciute et al., 2016; Hanks et al., 2018], некоторые результаты указывают на упо-

требление пресноводной рыбы некоторыми группами. Подобные результаты получены для могильников Лисаковский и Бестамак в северном Казахстане [Ventresca Miller et al., 2014b], для могильников эпохи бронзы бассейна реки Самары [Schulting, Richards, 2016], для могильника эпохи средней бронзы Каменный Амбар 5 в Зауралье [Hanks et al., 2018]. В Зауралье, при сравнительном анализе, для могильников Каменный Амбар 5, Бестамак и Лисаковский выявлена возможно несколько большая роль рыбы в питании соответствующего населения, в сравнении с курганом 25 Большекараганского могильника [Hanks et al., 2018]. Результаты изотопных исследований для эпохи бронзы разительно отличаются от аналогичных для неолитических/энеолитических охотников-собирателей соответствующих территорий, где выявлен значительно больший вклад рыбы в рацион населения [Schulting, Richards, 2016; Motuzaitė Matuzeviciute et al., 2016].

### Употребление молока и молочных продуктов

О том, что молоко/молочные продукты составляли важную часть рациона изучаемого населения, свидетельствует возрастной состав зооархеологических выборок домашних копытных с поселений, во многих случаях указывающий на мясомолочную или молочно-мясную направленность разведения скота [Косинцев, 1989; Петренко, 2003; Косинцев, 2004; Косинцев с соавт., 2007; Косинцев, 2017; Рассадников, 2019; Rassadnikov et al., 2013; Kosintsev, 2016; Russel et al., 2016], результаты анализа сосудов из могильников и их содержимого, установившие наличие или приготовление в них молока или молочных продуктов [Зданович, 2002, с. 124–125; Матвеев с соавт., 2010; Приходько с соавт., 2017; Булакова с соавт., 2021; Outram et al., 2012], а также результаты недавно вышедшего исследования молочных протеинов в зубном камне, показавшего их наличие в образцах эпохи поздней бронзы Зауралья [Scott et al., 2022]. Об этом же косвенно свидетельствуют в общем благоприятное состояние зубной системы с минимальными случаями кариеса у индивидов из упомянутых выше памятников (рис. 1) и практическое отсутствие случаев рахита (единственный случай, согласующийся с этим диагнозом, зафиксирован у шестимесячного ребенка в выборке из Неплюевского могильника в

Зауралье [Карапетян, Шарапова, 2022]). Показано, что молоко и молочные продукты обладают антикариогенными свойствами [Johansson, 2002], чем отчасти могут быть обусловлены минимальные случаи кариеса. Можно также предположить, что богатая молочными продуктами диета с высоким содержанием кальция могла играть защитную роль при сезонных дефицитах витамина D, снижая риск проявления рахита [Козлов, Вершубская, 2017]. В частности, показано, что нехватка кальция в потребляемой пище может приводить к повышению катаболизма витамина D и увеличению экскреции его метаболитов из организма с соответствующим понижением концентрации 25(OH)D. Таким образом, в условиях недостатка витамина D, нехватка кальция может усугубить его дефицит [Pettifor, 2004].

В качестве источника молока, как правило, рассматривают КРС и козу [Косинцев с соавт., 2007; Рассадников, 2019; Rassadnikov et al., 2013; Kosintsev, 2016]. Результаты зооархеологических исследований указывают на то, что наблюдалась вариабельность в том, какое направление разведения КРС преобладало – мясное или молочное. Однако, для большинства поселений как в Волго-Уральском регионе, так и в Зауралье реконструируется мясо-молочное направление разведения КРС, то есть более выраженное «мясное» направление [Косинцев с соавт., 2007; Косинцев, 2017; Рассадников, 2019; Rassadnikov et al., 2013; Kosintsev, 2016].

МРС, как правило, рассматривается в контексте употребления мяса и получения шерсти, а лошадь – употребления мяса и использования в работах, требующих выносливости и резвости [Косинцев, 1989; Косинцев с соавт., 2007; Косинцев, 2017; Рассадников, 2019; Rassadnikov, 2013; Kosintsev, 2016]. В то же время, уже упомянутое исследование Э. Скотт и соавторов [Scott et al., 2022] выявило наличие протеинов молока коровы и овцы в образцах зубного камня из Неплюевского могильника, что указывает на использование овцы не только для получения мяса, но и молока. Действительно, в современности овечье молоко используется для производства сыра, например, в Закавказье, и подобная практика, вероятно, существовала и в древности. Значение молока кобылы, как и собственно конины, в целом реконструируется как имеющее лишь небольшой вклад в рацион питания [Outram et al., 2012], при этом значение его,

вероятно, возрастает к концу эпохи бронзы [Косинцев, 2004].

Относительно переработки молока в молочные продукты на настоящий момент существует лишь небольшое количество косвенных свидетельств. К ним относятся результаты анализа изотопных сигналов останков детей из могильника Каменный Амбар 5. В частности, было показано, что начиная с 6 месяцев дети получали прикорм, соответствующий профилю жвачных животных [Ventresca Miller et al., 2017]. Это могло быть мясо, кровь или молоко/молочные продукты. Авторы считают, что, скорее всего, основным прикормом были продукты ферментированного молока, т.к. они гораздо лучше усваиваются организмом младенца в сравнении с цельным молоком. Другим свидетельством является находка скопления пыльцы подмаренника (*Galium*) в ассоциации с керамическим сосудом, имеющим перфорированное дно, в постройке на поселении эпохи поздней бронзы Красносамарское в Среднем Поволжье [Ророва, 2016]. Подмаренник в прошлом использовался для створаживания молока при производстве сыра, и находка этого растения в ассоциации с сосудом, предположительно использовавшимся как дуршлаг для отделения белково-жировой массы молока от сыворотки – весомый аргумент в пользу владения скотоводами эпохи поздней бронзы искусством сыроварения. О подобных «цедилках» упоминается в контексте обсуждения молочного направления скотоводства у синташтинского населения Зауралья [Зданович, 2002, с. 181]. Отметим здесь же, что сыр, как предположительное содержимое одного из сосудов из могильника Каранаево-1 срубной культуры, реконструируют В.Е. Приходько и соавторы в результате геохимического анализа почвы [Приходько с соавт., 2017].

Открытым остается вопрос о том, подвергалось ли молоко термической обработке с целью удаления патогенной микрофлоры. Специализированные исследования на этот счет пока не проводились. Однако следует сказать, что случаев специфических зоонозных инфекций, таких как бруцеллез или зоонозный туберкулез (вызываемый *Mycobacterium bovis*), не зафиксировано ни в одном из палеопатологических исследований [Бужилова, 2005; Ражев, Епимахов, 2005; Куфтерин, Нечвалода, 2016; Перерва, Капинус, 2019; Куфтерин, Карапетян, 2021; Карапетян, Шарапова, 2022; Murphy,

Khokhlov, 2016; Judd et al., 2018]. Связано ли это с низкой плотностью соответствующих патогенов в изучаемых группах, с низкой («остеологический парадокс») или, наоборот, высокой адаптированностью групп к взаимодействию с ними, с эффективной термической обработкой пищи – вопрос, требующий дальнейших и более углубленных исследований [Карапетян, Шарапова, 2022]. В любом случае, не исключено распространение других зоонозных инфекций, не оставляющих специфических следов на скелете, например, ящура [Ражев, Епимахов, 2005] или чумы [Spyrou et al, 2018].

### Растительная пища

Как было сказано выше, результаты современных палеоботанических исследований не подтверждают существование земледелия, равно как и употребления в пищу культивируемых злаков, полученных путем обмена, в эпоху бронзы в степной и лесостепной зонах Волго-Уралья и Зауралья. В то же время, растительная пища является источником углеводов и других необходимых для полноценного питания веществ. На то, что растительная пища была немаловажной частью рациона изучаемого населения, указывают в частности результаты анализа содержимого (микроэлементный анализ) сосудов и снятых с них нагаров из могильников. Так, определено, что в сосудах из Большекараганского кургана 25 готовились в основном сложные блюда с преобладанием растительных частиц – это комбинации «растительные + молочные» и «растительные + мясные» частицы [Зданович, 2002, с. 125]. Наличие молочных или мясных каш с добавлением растительных ингредиентов реконструируется и в сосудах эпохи поздней бронзы Каранаевского и Чумаровского могильников Приуралья и Хрипуновского могильника Зауралья [Матвеев с соавт., 2010; Приходько с соавт., 2017]. В ряде горшков, возможно, были наркотические отвары на основе мака или конопли [Матвеев с соавт., 2010].

Есть убедительные свидетельства того, что в качестве растительной пищи употребляли дикорастущие виды, произрастающие в степях и лесостепях. Напомним, что достоверных случаев цинги в остеологических выборках изучаемого населения не задокументировано, что косвенно указывает на регулярное употребление им в пищу свежих растительных ингредиентов, содержащих витамин С. На

поселениях в контекстах, предполагающих пищевое использование, повсеместно обнаруживаются представители семейства маревых, в особенности, *Chenopodium album* (марь белая). [Черных, 2004, с. 240–248; Rühl et al., 2015; Popova, 2016]. Заметим, что это дикорастущее съедобное растение является родственником киноа (*Chenopodium quinoa*) – зерновой культуры, одомашненной южноамериканскими индейцами, и являющейся важной частью их экономики [Moseley, 2001, p. 41, 103]. Марь белая может быть так же продуктивна, как пшеница однозернянка, так что это растение имеет большой потенциал в качестве пищевого ресурса [Weisskopf, Rosen, 2016].

В числе других видов растений, остатки которых обнаруживаются на поселениях в контекстах, предполагающих их преднамеренный сбор – лебеда, аксирис щирцевый, солянка, полыни, подмаренник, гречишные, белена черная, горошек посевной, жабрица порезниковая, крапива, чеснок, дикий овес, цикорий, рогоз и некоторые другие [Черных, 2004, с. 240–248; Ng, 2013; Rühl et al., 2015; Popova, 2016; Weisskopf, Rosen, 2016]. Л. Рюль и соавторы предполагают, что жители синташтинского и срубно-алакульского поселения Каменный Амбар в Зауралье собирали семена, плоды, побеги и корневища таких диких растений как земляника, ковыль, мари, гречишные и другие в качестве дополнения к своему рациону [Rühl et al., 2015]. Л.М. Попова предполагает, что жители поселения эпохи поздней бронзы Красносамарское в Самарской области могли собирать корневища тростника и перерабатывать их в крахмал [Popova, 2016]. Предполагается, что марь и горéц могли составлять немаловажную часть рациона населения эпохи поздней бронзы Среднего Поволжья [Popova, 2016].

Вероятно, не все обнаруженные растения употреблялись в пищу человеком. Часть из них могла служить кормом для скота. Возможно также использование в медицинских и ритуальных целях [Черных, 2004, с. 240–248; Rühl et al., 2015; Popova, 2016]. Так, обугленные семена белены черной – растения, содержащего сильнодействующие алкалоиды, обнаружены на поселении Горный (горно-металлургический комплекс Каргалы) в основном в пробах из очагов и золистых напластований культурного слоя, что, вероятно, указывает на некое ритуальное его использование [Черных, 2004, с. 244]. Жабрица известна своими медицинскими

свойствами, а также в качестве седативного, и могла применяться в этих целях. Пыльца этого растения была обнаружена на поселении Красносамарское в ассоциации с убитыми в ходе ритуала собаками. Можно предположить, что её давали животным для седации перед их умерщвлением [Porova, 2016].

### Заключение

В заключение можно сказать, что в настоящий момент наши представления о пищевых традициях изучаемых групп складываются на основе результатов археологических, зооархеологических, палеоботанических, геохимических, изотопных исследований, а также результатов палеопатологического анализа скелетных останков людей, в особенности изучения зубных патологий. Еще одно направление, находящееся лишь в начале своего развития – это анализ состава зубного камня – также является интересным и перспективным. Во многом все эти исследования взаимосвязаны и взаимоинтерпретируемы, что и позволяет создать общую картину. В то же время остается много нерешенных вопросов, требующих дальнейших, более детализированных аналитических разработок, в том числе с привлечением данных палеопатологии.

### Благодарности

Грант РФФИ №22-18-00194 «Эпохальная трансформация культурного и физического облика населения юга Среднего Поволжья и Приуралья в период неолит – ранний железный век по источникам археологии, антропологии, генетики».

### Библиография

*Бужилова А.П.* Характеристика здоровья населения // Черных Е.Н. Каргалы, Том 4: Некрополи на Каргалах; население Каргалов: палеоантропологические исследования. М.: Языки славянской культуры, 2005. С. 171–176.

*Булакова Е.А., Карапетян М.К., Киселева Д.В., Шаропова С.В., Якимов А.С.* Погребальная посуда и пищевые стратегии в древности // Уральский исторический вестник, 2021. № 4. С. 60–70.

*Васильев И.Б., Матвеева Г.И.* У истоков истории Самарского Поволжья. Куйбышев: Куйбышевское книжное издательство. 1986.

*Добровольская М.В.* Химический состав минеральной части скелета / Черных Е.Н. Каргалы, Том 4:

Некрополи на Каргалах; население Каргалов: палеоантропологические исследования. М.: Языки славянской культуры, 2005. С. 177–184.

*Дьяченко И.П.* Фауна и некоторые биологические особенности рыб в эпоху поздней бронзы // Бронзовый век Южного Приуралья: Межвузовский сборник научных трудов. Уфа: Башкирский пединститут, 1985. С. 100–110.

*Епимахов А.В.* О синташтинском земледелии (бронзовый век Южного Урала) // Вестник археологии, антропологии и этнографии, 2010. № 2. С. 36–41.

*Зданович Д.Г.* Аркаим: некрополь (по материалам кургана 25 Большекараганского могильника). Челябинск: Юж.-Урал кн. изд-во. 2002.

*Карапетян М.К., Шаропова С.В.* Патологические изменения на скелетах из Неплюевского могильника эпохи поздней бронзы (курган 1) // Нижневолжский археологический вестник, 2022. № 2. С. 100–119.

*Козлов А.И., Вершубская Г.Г.* D-витаминный статус и персистенция лактазы в европейских популяциях (обзор литературы с элементами мета-анализа) // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология, 2017. № 3. С. 68–75.

*Косинцев П.А.* Охота и скотоводство у населения лесостепного Зауралья в эпоху бронзы // Становления и развития производящего хозяйства на Урале: Сб. науч. трудов. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. С. 84–104.

*Косинцев П.А.* Типология археозоологических комплексов и модели животноводства у древнего населения юга Западной Сибири / Антипина Е.Е., Черных Е.Н. Новейшие археозоологические исследования в России: К столетию со дня рождения В. И. Цалкина. Сборник статей. М.: Языки славянской культуры, 2004. С. 157–174.

*Косинцев П.А.* Животноводство и охота у населения Аитовского поселения срубной культуры / Морозов Ю.А. Аитовское поселение эпохи бронзы в Башкирском Приуралье. Уфа: УНЦ РАН, 2017. С. 214–231.

*Косинцев П.А., Варов А.И., Сатаев Р.М.* Животноводство и охота населения поселения Таналык II (Башкирское Зауралье) // Формирование и взаимодействие уральских народов в изменяющейся этнокультурной среде Евразии: проблемы изучения и историографии: сб.ст. Чтения памяти К.В.Сальникова. Уфа: Китап, 2007. С.144–149.

*Куфтерин В.В., Карапетян М.К.* Палеопатологические индикаторы «качества жизни» детей срубного времени Южного Приуралья // Уральский исторический вестник, 2021. №1. С. 150–159.

*Куфтерин В.В., Нечвалода А.И.* Антропологическое исследование скелетов из срубно-алакульского кургана Селивановского II могильника // Вестник археологии, антропологии и этнографии, 2016. № 4 (35). С. 79–89.

*Матвеев А.В., Ларина Н.С., Костомарова Ю.В., Киктенко Е.В.* Результаты изучения пригаров и почв из сосудов алакульской культуры Хрипуновского могильника // Вестник Тюменского государственного университета, 2010. № 1. С. 12–20.

*Пашкевич Г.А.* Земледелие в степи и лесостепи Восточной Европы в неолите – бронзовом веке (палеознотботанические свидетельства) // Stratum plus, 2000. № 2. С. 404–418.

*Перерва Е.В., Капинус Ю.О.* Палеопатологические особенности населения эпохи поздней бронзы по антропологическим материалам из могильников в окрестностях села Красносамарское Самарской области // Самарский научный вестник, 2019. № 4. С. 144–153.

*Петренко А.Г.* Исследования остеологических материалов из древнейших археологических памятников

Среднего Поволжья и Предуралья методами естественных наук, анализ проблем становления животноводческих основ в крае // Археология и естественные науки Татарстана. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2003. С. 5–63.

Петренко А.Г., Асылгараева Г.Ш. Остеологические материалы животных из раскопок Мурадымовского поселения эпохи поздней бронзы // Формирование и взаимодействие уральских народов в изменяющейся этнокультурной среде Евразии: проблемы изучения и историографии. Уфа: Китап, 2007. С. 87–92.

Приходько В.Е., Чаплыгин М.С., Стародубцев М.В. Реконструкция содержимого сосудов из курганов на основе комплексного исследования // Материалы III Всероссийской научной конференции с международным участием «Проблемы истории, методологии и социологии почвоведения». Пушино: Товарищество научных изданий КМК, 2017. С. 341–344.

Ражев Д.И., Епимахов А.В. Феномен многочисленности детских погребений в могильниках эпохи бронзы // Вестник археологии, антропологии и этнографии, 2005. № 5. С. 107–113.

Рассадников А.Ю. Система мясного питания древнего населения позднего бронзового века Южного Зауралья (по археозоологическим материалам) // Вестник ЮУрГУ. Серия «Социально-гуманитарные науки», 2016. № 1 (16). С. 110–115.

Рассадников А.Ю. Животноводство у населения Южного Зауралья в эпоху бронзы (по материалам

поселений долин р. Каргалы-Аят и Гумбейка): Автореф. дисс... канд. ист. наук, 2019. 31 с.

Рыкушина Г.В. Антропологическая характеристика населения эпохи бронзы Южного Урала по материалам могильника Кривое Озеро // Виноградов Н.Б. Могильник бронзового века Кривое Озеро в Южном Зауралье. Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 2003. С. 319–360.

Рябогина Н.Е., Иванов С.Н. Древнее земледелие в Западной Сибири: проблемы аргументации, палеознотанические методы и анализ факторов // Археология, этнография и антропология Евразии, 2011. № 4. С. 96–106.

Цалкин В.И. Некоторые итоги изучения костных остатков животных из раскопок археологических памятников позднего бронзового века // Краткие сообщения Института археологии, 1964. Вып. 101. С. 24–34.

Черных Е.Н. Каргалы, Том 3: Селище Горный: Археологические материалы: Технология горно-металлургического производства: Археобиологические исследования. М.: Языки славянской культуры, 2004.

#### Информация об авторе

Карпетян Марина Кареновна, к.б.н.; ORCID ID: 0000-0003-1886-8943; marishkakar@hotmail.com

Поступила в редакцию 14.12.2022,  
принята к публикации 09.01.2023.

Karapetian M.K.

*Lomonosov Moscow State University, Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology, Mokhovaya st., 11, Moscow, 125009, Russia*

## DIET ACCORDING TO MULTIDISCIPLINARY STUDIES: STEPPES AND FOREST STEPPES OF THE VOLGA REGION AND SOUTHERN URAL IN THE BRONZE AGE

**Introduction.** *As a part of paleopathological studies of people inhabiting the Volga-Ural and Southern Ural steppes and forest-steppes in the Bronze Age, it became necessary to study and generalize the available extensive data on diet of this population provided by specialists from various related fields. Indeed, the state of “health” is largely related to what and how a person eats and under what pathogenic burden he lives.*

**Materials and methods.** *The paper summarizes main results of archaeological, zooarchaeological, paleobotanical, geochemical, isotope and paleopathological studies.*

**Results.** *It has been almost reliably established that animal husbandry was the economic basis of the studied population with elements of hunting and gathering and the absence of crop cultivation. Zooarchaeological studies show that cattle played dominant role and were used both for meat and milk, with some territorial and temporal variations in which of these components was more important. Hunting and fishing played, apparently, a secondary role. It is obvious that the use of plant foods did take place. Researchers agree that the studied population consumed wild plants growing in the steppes and forest-steppes, such as *Chenopodium*, *Amaranthus* and a number of others.*

**Conclusion.** *Studies of associated disciplines are in many ways interrelated and mutually interpretable, which allows us to create a general picture. At the same time, a number of unresolved issues remain that require further, more detailed analytical developments, including those involving paleopathological data.*

**Keywords:** biological anthropology; paleoanthropology; food traditions; Bronze Age; Volga-Ural region; Trans-Urals; pastoralists; bioarchaeology

DOI: 10.32521/2074-8132.2023.1.078-089 (MUAB)

## References

- Buzhilova A.P. Kharakteristika zdoroviya naseleniya [Health level reconstruction]. In: Chernykh E.N. *Kargaly, Tom 4: Nekropoli na Kargalakh; naselenye Kargalov: paleoantropologicheskiye issledovaniya* [Kargaly' necropolis; Kargaly population: paleoanthropological investigations]. Moscow, Languages of Slavonic culture, 2005, pp. 171–176.
- Bulakova E.A., Karapetian M.K., Kiseleva D.V., Sharapova S.V., Yakimov A.S. Pogrebal'naya posuda i pishiviye strategii v drevnosti [Funeral ware and dietary strategies in the past]. *Ural'skiy istoricheskiy vestnik* [Ural historical journal], 2021, 4, pp. 60–70. (In Russ.).
- Vasilyev I.B., Matveeva G.I. *U istokov istorii Samarskogo Povolzhya* [At the origins of Samara Valley region]. Kuibyshev, Kuibyshev book publishing house, 1986, 230 p. (In Russ.).
- Dobrovolskaya M.V. Khimicheskiy sostav mineral'noy chaste skeleta [Chemical content of the bone mineral part]. In: Chernykh E.N. *Kargaly, Tom 4: Nekropoli na Kargalakh; naselenye Kargalov: paleoantropologicheskiye issledovaniya* [Kargaly' necropolis; Kargaly population: paleoanthropological investigations]. Moscow, Languages of Slavonic culture, 2005, pp. 177–184.
- Dyachenko I.P. Fauna i nekotorye biologicheskiye osobennosti rib v epokhu pozdney bronzy [Fauna and some biological traits of fishes in the Late Bronze Age]. In: *Bronzoviy vek Yuzhnogo Priuralya: Mezhevuzovskiy sbornik nauchnikh trudov* [The Bronze Age of Southern Pre-Urals: Interuniversity collection of scientific papers]. Ufa, Bashkir Pedagogical Institute, 1985, pp. 100–110. (In Russ.).
- Epimakhov A.V. O sintashtinskom zemledelii (bronzoviy vek Yuzhnogo Urala) [On the Sintashta Agriculture (Bronze Age in the South Urals)]. *Vestnik Arheologii, Antropologii i Etnografii* [Anthropology, Archaeology and Ethnography bulletin], 2010, 2, pp. 36–41. (In Russ.).
- Zdanovich D.G. *Arkaim: nekropol' (po materialam kurgana 25 Bol'shekaraganskogo mogil'nika)* [Arkaim Necropolis (on the data of kurgan 25 of the Bolshekaragansky cemetery)]. Chalyabinsk, Southern Ural book publ., 2002, 216 p. (In Russ.).
- Karapetian M.K., Sharapova S.V. Patologicheskiye izmaneniya na skeletakh iz Neplyuevskogo mogil'nika epokhi pozdney bronzy (kurgan 1) [Pathological changes on skeletons from the Bronze Age Neplyuevsky cemetery (kurgan 1)]. *Nizhnevolzhskiy Arkheologicheskii Vestnik* [The Lower Volga Archaeological Bulletin], 2022, 2, pp. 100–119. (In Russ.).
- Kozlov A.I., Vershubskaya G.G. D-vitaminnyy status i persistentsiya laktazy v evropeiskikh populyatsiyakh (obzor literatury s elementami meta-analiza [D-vitamin status and lactase persistence in European populations (review with the elements of meta-analysis)]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Lomonosov Journal of Anthropology], 2017, 3, pp. 68–75. (In Russ.).
- Kosintsev P.A. Okhota i skotovodstvo u naseleniya lesostepnogo Zauralya v epokhu bronzy [Hunting and cattle breeding by forest-steppe population of Trans-Urals in the Bronze Age]. In: *Stanovleniye i razvitiye proizvod-yashego khozaystva na Urale: sbornik nauchnikh trudov* [Origin and development of the producing economy in the Urals: collection of papers]. Sverdlovsk, Ural Branch of the USSR Academy of Sciences, 1989, pp. 84–104. (In Russ.).
- Kosintsev P.A. Tipologiya arheozoologicheskikh kompleksov i modeli zhivotnovodstva u drevnego naseleniya yuga Zapadnoy Sibiri [Typology of archaeozoological complexes and models of animal husbandry among the ancient population of the south of Western Siberia]. In: *Antipina E.E., Chernykh E.N. Noveyshiye zooarcheologicheskiye issledovaniya v Rossii: K stoletiyu so dnya rozhdeniya V.I. Tsalkina. Sbornik statey* [The latest archaeozoological research in Russia: on the occasion of centenary of the birth of V. I. Tsalkin. Collection of papers]. Moscow, Languages of Slavonic culture, 2004, pp. 157–174. (In Russ.).
- Kosintsev P.A. Zhivotnovodstvo i okhota u naseleniya Aitovskogo poseleniya srubnoy kul'tury [Animal husbandry and hunting among the population of the Aitovsky settlement of the Srubnaya culture]. In: *Morozov Yu.A. Aitovskoye poseleniye epokhi bronzy v bashkirskom Priuralye* [The Bronze Age Aitovskoye settlement in the Bashkir Pre-Urals]. Ufa, Ufa Scientific Center of RAS, 2017, pp. 214–231. (In Russ.).
- Kosintsev P.A., Varov A.I., Sataev R.M. Zhivotnovodstvo I okhota naseleniya poseleniya Tanalyk II (Bashkirskoye Zauralye) [Animal husbandry and hunting by population of the Tanalyk II settlement (Bashkir Trans-Urals)]. In: *Formirovaniye i vzaimodeystviye uralskikh narodov v izmenyayusheysya etnokulturniy srede Yevrazii: problem izucheniya i istoriografii: sb. ct. Chteniya pamyati K.V. Salnikova* [Origin and interaction of the Ural people in the changing ethno-cultural environment of Eurasia: problems of study and historiography: collection of papers. Readings in memory of K.V. Salnikov]. Ufa, Kitap publ., 2007, pp. 144–149. (In Russ.).
- Kufferin V.V., Karapetian M.K. Paleopatologicheskie indikatory "kachestva zhizni" detei srubnogo vremeni luzhnogo Priural'ia [Paleopathology and "quality of life" of non-adults from the Srubnaya culture cemeteries of Southern Ural]. *Ural'skii istoricheskii vestnik* [Ural Historical Journal], 2021, 1(70), pp. 150–159. (In Russ.).
- Kufferin V.V., Nechvaloda A.I. Antropologicheskoe issledovanie skeletov iz srubno-alakul'skogo kurgana Selivanovskogo II mogil'nika [Bioanthropological research of human skeletal remains from the Srubno-Alakul mound at Selivanovka II cemetery (Southern Trans-Urals)]. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii* [Archaeology, Anthropology and Ethnography Bulletin], 2016, 4 (35), pp. 79–89. (In Russ.).
- Matveev A.V., Larina N.S., Kostomarova Yu.V., Kiktenko E.V. Resultaty izucheniya prigarov I pochv iz sosudov alakul'skoy kul'tury Khripunovskogo mogil'nika [The results of soot and soil study from the vessels of Alakul culture of Khripunovskiy necropolis]. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta* [Tyumen State University Herald], 2010, 1, pp. 12–20. (In Russ.).
- Pashkevich G.A. Zemlyedeliye v stepi I lesostepi Vostochnoy Evropy v neolite [Agriculture in the Steppe and Forest-Steppe Zones of Eastern Europe in the Neolithic and Bronze Age (Palaeo-Ethnic and Botanic Evidence)]. *Stratum plus* [Stratum plus], 2000, 2, pp. 404–418. (In Russ.).
- Pererva E.V., Kapinus Y.O. Paleopatologicheskiye osobennosti naseleniya epokhi pozdney bronzy po antropologicheskim materialam iz mogil'nikov v okrestnostiakh sela Krasnosamarskoe Samarskoi oblasti [Paleopathological features of the Late Bronze Age population: anthropological skeletal materials excavated from burial grounds near the village of Krasnosamarskoye, Samara region]. *Samarskiy nauchnyy vestnik* [Samara Journal of Science], 2019, 4 (29), pp. 144–153. (In Russ.).
- Petrenko A.G. Issledovaniya osteologicheskikh materialov iz drevneyshikh arkheologicheskikh pamyatnikov Srednego Povolzhya I Preduralya metodami estestvennikh nauk, analiz problem stanovleniya zhivotnovod-

cheskikh osnov v kraye [Study of osteological materials from the most ancient archaeological sites of the Middle Volga and Cis-Urals using methods of natural sciences, analysis of the animal husbandry origins in the region]. In: *Archeologiya i estestvenniye nauki Tatarstana* [Archeology and natural sciences in Tatarstan]. Kazan, Kazan University publ., 2003, pp. 5–63. (In Russ.).

Petrenko A.G., Asylgarayeva G.Sh. Osteologicheskiye materialy zhivotnikh iz raskopok Muradymovskogo poseleniya epokhi pozdney bronzy [Animal osteological materials from excavations of the Late Bronze Age Muradymovskiy settlement]. In: *Formirovaniye i vzaimodeystviye ural'skikh narodov v izmenyayusheysya etnokulturnoy srede Yevrazii: problem izucheniya i istoriografii* [Origin and interaction of the Ural peoples in changing ethno-cultural environment of Eurasia: problems of study and historiography]. Ufa, Kitap publ., 2007, pp. 87–92. (In Russ.).

Prikhod'ko V.E., Chaplygin M.S., Starodubtsev M.V. Rekonstruktsiya soderzhimogo sosudov iz kurganov na osnove kompleksnogo issledovaniya [Reconstructing contents of the vessels from kurgans based on comprehensive analysis]. In: *Materialy III Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnim uchastiem "Problemy istorii, metodologii i sotsiologii pochvovedeniya"* [Proceedings of the III All-Russian scientific conference with international participation "Problems of the history, methodology and sociology of soil science"]. Pushino, KMK Scientific Press Ltd., 2017, pp. 341–344. (In Russ.).

Razhev D.I., Yepimakhov A.V. Fenomen mnogochislennosti detskikh pogrebenii v mogil'nikakh epokhi bronzy [Phenomenon of multiplicity of children's burials in burial grounds of the Bronze Age]. *Vestnik arheologii, antropologii i etnografii* [Archaeology, Anthropology and Ethnography Bulletin], 2005, 5, pp. 107–113. (In Russ.).

Rassadnikov A.Y. Sistema myasnogo pitaniya drevnego naseleniya pozdney bronzovogo veka Yuzhnogo Zauralya (po arheozoologicheskim materialam) [Meat supply system of the Late Bronze Age population of the Southern Trans-Urals (by archaeozoological materials)]. *Vestnik YuUrGU. Seriya "Sotsial'no gumanitarniye nauki"* [Bulletin of the South Ural State University. Series "Social Sciences and the Humanities"], 2016, 1, pp. 110–115. (In Russ.).

Rassadnikov A.Y. *Zhivotnovodstvo u naseleniya Yuzhnogo Zauralya v epokhu bronzy (po materialam poseleniy dolin r. Karagaly-Ayat i Gumbeyka)* [Animal husbandry in the Bronze Age population of Southern Trans-Urals (based on the settlements of the Kargaly-Ayat and Gumbeyka river valleys)] PhD in History Thesis. Yekaterinburg, 2019, 31 p. (In Russ.).

Rykushina G.V. Antropologicheskaya kharakteristika naseleniya epokhi bronzy Yuzhnogo Urala po materialam mogil'nika Krivoye Ozero [Anthropological characteristics of the Bronze Age population of Southern Urals based on materials from the burial ground Krivoye Ozero]. In: Vinogradov N.B. *Mogil'nik bronzovogo veka Krivoye Ozero v Yuzhnom Zauralye* [Krivoye Ozero Bronze Age Cemetery in the South Transurals]. Chelyabinsk, Southern Ural book publ., 2003, pp. 319–360. (In Russ.).

Ryabogina N.E., Ivanov S.N. Drevnee zemledeliye v Zapadnoy Sibiri: problemi argumentatsii, paleoetnobotanicheskiye metody i analiz faktorov [Ancient agriculture in Western Siberia: problems of argumentation, paleoethnobotanical methods and analysis of factors]. *Archeologiya, etnografiya i antropologii Yevrazii* [Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia], 2011, 4, pp. 96–106.

Tsalkin V.I. Nekotoriye itogi izucheniya kostnikh oststkov zhivotnikh iz raskopok archeologicheskikh pamyatnikov pozdney bronzovogo veka [Some results of the study of animal bone remains from Late Bronze Age archaeological sites excavations]. *Kratkiye soobshcheniya Instituta arkheologii* [Brief Communications of the Institute of Archaeology], 1964, 101, pp. 24–34. (In Russ.).

Chernykh E.N. *Kargaly, Tom 3: Selishe Gorniy: Archeologicheskiye materialy: Tekhnologiya gornometallurgicheskogo proizvodstva: Archeobiologicheskiye issledovaniya* [Kargaly, volume III: Gorny site: Archaeological materials: Technology of mining and metallurgy: Archaeobiological studies]. Moscow, Languages of Slavic culture, 2004. 320 p. (In Russ.).

Anthony D.W. The Samara Valley Project and the evolution of pastoral economies in the Western Eurasian Steppes. In: Anthony D.W., Brown D.R., Mochalov O.D., Khokhlov A.A., Kuznetsov P. *A Bronze Age Landscape in the Russian Steppes. The Samara Valley Project*. Los Angeles, Cotsen Institute of Archaeology Press, 2016, pp. 3–36.

Anthony D.W., Brown D.R. The dogs of war: A Bronze Age initiation ritual in the Russian steppes. *Journal of Anthropological Archaeology*, 2017, 48, pp. 134–148.

Johansson I. Milk and dairy products: possible effects on dental health. *Scandinavian Journal of Nutrition*, 2002, 46 (3), pp. 119–122.

Judd M.A., Walker J.L., Ventresca Miller A., Razhev D., Epimakhov A.V. et al. Life in the fast lane: Settled pastoralism in the Central Eurasian Steppe during the Middle Bronze Age. *Am. J. Hum. Biol.*, 2018, 30, e23129.

Hanks B., Ventresca Miller A., Judd M., Epimakhov A., Razhev D. et al. Bronze Age diet and economy: New stable isotope data from the Central Eurasian steppes (2100-1700 BC) // *Journal of Archaeological Science*, 2018, 97, pp. 14–25

Karapetian M.K., Kuferin V.V., Chaplygin M.S., Starodubtsev M.V., Bakhshiev I.I. Exploring dietary practices in non-adults of the Late Bronze Age Southern Urals: A perspective from dental attributes. *Int. J. Osteoarchaeol.*, 2021, 31, pp. 1046–1056.

Kosintsev P.A. Archaeozoological report on the animal bones from the Krasnosamarskoe Settlement // Anthony D.W., Brown D.R., Mochalov O.D., Khokhlov A.A., Kuznetsov P. *A Bronze Age Landscape in the Russian Steppes. The Samara Valley Project*. Los Angeles: Cotsen Institute of Archaeology Press, 2016, pp. 385–420.

Lieverse A.R. Diet and the aetiology of dental calculus. *Int. J. Osteoarchaeol.*, 1999, 9, pp. 219–232.

Macintosh A.A., Pinhasi R., Stock J.T. Early Life Conditions and Physiological Stress following the Transition to Farming in Central/Southeast Europe: Skeletal Growth Impairment and 6000 Years of Gradual Recovery. *PLOS ONE*, 2016, 11(2), e0148468.

Moseley M.E. *The Incas and their ancestors: the archaeology of Peru*. London, Thames & Hudson Ltd., 2001, 288 p.

Motuzaitė Matuzevičiūtė G., Kiryushin Y.F., Rakhimzhanova S.Z., Svyatko S., Tishkin A.A. et al. Climatic or dietary change? Stable isotope analysis of Neolithic–Bronze Age populations from the Upper Ob and Tobol River basins. *The Holocene*, 2016, 26 (10), pp. 1711–1721.

Murphy E.M., Khokhlov A.A. A Bioarchaeological study of prehistoric populations from the Volga Region. In: Anthony D.W., Brown D.R., Mochalov O.D., Khokhlov A.A., Kuznetsov P. *A Bronze Age Landscape in the Russian Steppes. The Samara Valley Project*. Los Angeles, Cotsen Institute of Archaeology Press, 2016, pp. 149–216.

Ng C.Y. Archaeobotanical evidence for Bronze Age subsistence economy and social complexity (2100–1750 BCE) at the Steponoye settlement, Russia. In: *The 19th annual meeting of the European Association of Archaeologists – Abstracts*. Pilsen, University of West Bohemia in Pilsen, 2013, p. 418.

Outram A.K., Kasparov A., Stear N.A., Varfolomeev V., Usmanova E. et al. Patterns of pastoralism in later Bronze Age Kazakhstan: new evidence from faunal and lipid residue analyses. *J. Archaeol. Sci.*, 2012, 39, pp. 2424–2435.

Pettifor J.M. Nutritional rickets: deficiency of vitamin D, calcium, or both? *Am. J. Clin. Nutr.*, 2004, 80, pp. 1725S–9S.

Popova L.M. Floral data analysis: report on the pollen and macrobotanical remains from the Krasnosamarskoe settlement. Anthony D.W., Brown D.R., Mochalov O.D., Khokhlov A.A., Kuznetsov P. *A Bronze Age Landscape in the Russian Steppes. The Samara Valley Project*. Los Angeles, Cotsen Institute of Archaeology Press, 2016, pp. 333–350.

Rassadnikov A.Ju., Kosintsev P.A., Koryakova L.N. The osteological collection from the Kamennyi Ambar settlement. In: Krause R., Koryakova L.N. *Multidisciplinary investigations of the Bronze Age settlements in the Southern Trans-Urals (Russia)*. Bonn, Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2013, pp. 239–284.

Rühl L., Herbig C., Stobbe A. Archaeobotanical analysis of plant use at Kamennyi Ambar, a Bronze Age fortified settlement of the Sintashta culture in the southern Trans-Urals steppe, Russia. *Veget. Hist. Archaeobot.*, 2015, 24, pp. 413–426.

Russel N., Brown A., Brown E. Human-animal relations at Krasnosamarskoe. In: Anthony D.W., Brown D.R., Mochalov O.D., Khokhlov A.A., Kuznetsov P. *A Bronze Age Landscape in the Russian Steppes. The Samara Valley Project*. Los Angeles, Cotsen Institute of Archaeology Press, 2016, pp. 421–442.

Schulting R.J., Richards M.P. Stable isotope analysis of Neolithic to Late Bronze Age populations in the Samara Valley. In: Anthony D.W., Brown D.R., Mochalov O.D., Khokhlov A.A., Kuznetsov P. *A Bronze Age Landscape in the Russian Steppes. The Samara Valley Project*. Los Angeles, Cotsen Institute of Archaeology Press, 2016, pp. 127–148.

Scott A., Reinhold S., Hermes T., Kalmykov A., Belinskiy A. et al. Emergence and intensification of dairying in

the Caucasus and Eurasian steppes. *Nat. Ecol. Evol.*, 2022, 6, pp. 813–822.

Spyrou M.A., Tukhbatova R.I., Wang C.C., Valtuena A.A., Lankapalli A.K. et al. Analysis of 3800-year-old *Yersinia pestis* genomes suggests Bronze Age origin for bubonic plague. *Nature Communications*, 2018, 9, Article 2234.

Stobbe A. Long-term perspective on Holocene environmental changes in the steppe of the Trans-Urals (Russia): Implications for understanding the human activities in the Bronze Age indicated by palaeoecological studies. In: Krause R., Koryakova L.N. *Multidisciplinary investigations of the Bronze Age settlements in the Southern Trans-Urals (Russia)*. Bonn, Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2013, pp. 305–326.

Stobbe A., Rühl L., Nekrasov A., Kosintsev P., Fish – an important dietary component in the settlement of Kamennyi Ambar. In: Krause R., Koryakova L.N. *Multidisciplinary investigations of the Bronze Age settlements in the Southern Trans-Urals (Russia)*. Bonn, Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, 2013, pp. 233–237.

Ventresca Miller A., Usmanova E., Logvin V., Kalieva S., Shevnina I. et al. Dental health, diet and social transformation in the Bronze Age: Comparative analysis of pastoral populations in northern Kazakhstan. *Quaternary International*, 2014a, 348, pp. 130–146.

Ventresca Miller A., Usmanova E., Logvin V., Kalieva S., Shevnina I. et al. Subsistence and social change in central Eurasia: stable isotope analysis of populations spanning the Bronze Age transition. *J. Archaeol. Sci.*, 2014b, 42, pp. 525–538.

Ventresca Miller A., Hanks B.K., Judd M., Epimakhov A. and Razhev D. Weaning practices among pastoralists: New evidence of infant feeding patterns from Bronze Age Eurasia. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2017, 162, pp. 409–422.

Weisskopf A., Rosen A.M. Phytoliths from the Krasnosamarskoe settlement and its environment. In: Anthony D.W., Brown D.R., Mochalov O.D., Khokhlov A.A., Kuznetsov P. *A Bronze Age Landscape in the Russian Steppes. The Samara Valley Project*. Los Angeles, Cotsen Institute of Archaeology Press, 2016, pp. 351–372.

#### Information about the Author

Karapetian Marina K., PhD;  
ORCID ID: 0000-0003-1886-8943;  
marishkakar@hotmail.com.



Будилова Е.В.<sup>1)</sup>, Лагутин М.Б.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра экологии и географии растений, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Москва, 119234, Россия*

<sup>2)</sup> *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, механико-математический факультет, кафедра математической статистики и случайных процессов, Ленинские горы, д. 1, Москва, 119234, Россия*

## СВЯЗЬ МЕЖДУ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ И УРОВНЕМ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

**Введение.** Рассматривается связь между Индексом человеческого развития, ожидаемой продолжительностью жизни и уровнем инновационного развития экономики в целом для стран мира и отдельно для 85 субъектов Российской Федерации.

**Материалы и методы.** Источником информации для оценки уровня развития инновационной экономики в странах мира служил «Глобальный инновационный индекс» за 2019 г., а в регионах России – данные Ассоциации инновационных регионов России.

Для получения информации об индексах человеческого развития в странах мира использовали «Доклад о человеческом развитии 2020», опубликованный Программой развития Организации Объединенных Наций. Источником информации об индексах человеческого развития в регионах России служила Аналитическая записка «Индекс человеческого развития в России: региональные различия», изданная Аналитическим центром при Правительстве Российской Федерации в 2021 году. Источником информации о продолжительности жизни населения 85 регионов России – сборники Росстата. Для оценки связи между исследуемыми показателями использовали корреляционный и непараметрический дисперсионный анализ.

**Результаты.** Показано, что коэффициент корреляции Спирмена между Глобальным инновационным индексом (ГИИ) и Индексом человеческого развития (ИЧР) по данным для стран мира составляет 0,905 (уровень значимости –  $< 0,0001$ ), коэффициенты корреляции между ГИИ и ожидаемой продолжительностью жизни, как средней, так и отдельно для мужчин и женщин достаточно высокие: 0,834; 0,794 и 0,852 соответственно.

Коэффициент корреляции между Индексом инновационного развития экономики (ИИРЭ) и ИЧР по данным для 85 субъектов РФ – 0,578 (уровень значимости –  $< 0,0001$ ), коэффициенты корреляции между ИИРЭ и продолжительностью жизни средней и отдельно для мужчин – статистически не значимы, а для женского населения – 0,233 (уровень значимости – 0,033).

**Заключение.** В мире с развитием инновационной экономики растет Индекс человеческого развития, что, в свою очередь, ускоряет развитие экономики. В мире с ростом уровня развития инновационной экономики растет средняя ожидаемая продолжительность жизни.

В России зависимость между Индексом человеческого развития и уровнем развития инновационной экономики носит скорее линейный характер и коэффициент корреляции между этими показателями значительно ниже по сравнению с коэффициентом корреляции для стран мира. В России наблюдается значимая положительная корреляционная связь между Индексом развития инновационной экономики и ожидаемой продолжительностью жизни только для женского населения.

**Ключевые слова:** индекс человеческого развития; глобальный инновационный индекс; индекс инновационного развития экономики; продолжительность жизни

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-23-15-1-8 (LJA)

## Введение

Во второй половине XX века в наиболее экономически развитых странах (США, Японии, в некоторых странах Западной Европы) начинает формироваться постиндустриальный тип общества: происходят изменения в структуре экономики, повышается роль науки и образования, появляются новые течения в области культуры [Белл, 1999]. Переход от индустриального к постиндустриальному обществу связывают с развитием инновационной экономики, основные особенности которой – ведущая роль образования и науки, высокое качество жизни населения, высокий уровень развития человеческого потенциала [Концепция..., 2008; Государственная ..., 2018; Стратегия ..., 2016]. Человеческий потенциал нации определяют как интегральное понятие, включающее многообразные явные и скрытые свойства населения, которые отражают уровень и возможности развития граждан при определенных социально-экономических и природно-экологических условиях [Катайцева, 2010]. При этом, важнейшей компонентой человеческого потенциала является здоровье населения [Сбережение..., 2007].

В мире для сравнения уровня развития инновационных экономик разных стран используется Глобальный инновационный индекс, ГИИ (Global Innovation Index, GII). Этот индекс создан в 2007 году и рассчитывается для 131 страны на основе 81 показателя, включая показатели, характеризующие политическую среду, образование, инфраструктуру и производство новых знаний в каждой из экономик [The Global ..., 2020]. Рейтинг стран 2020 г. по ГИИ представлен в таблице 1 (приведены данные для стран с наиболее высоким и наиболее низким индексом.). Россия в этом рейтинге занимает 47 место. Надо отметить, что сравнение рейтингов стран в 2020 и в 2017 годах показало, что состав стран и величины рейтингов за этот период изменились незначительно.

Для оценки человеческого потенциала в мировой практике с 1990 года используется индекс человеческого развития, ИЧР (Human Development Index, HDI), учитывающий ожидаемую продолжительность жизни, уровень образования и дохода на душу населения той или иной

страны<sup>1</sup>. По величине ИЧР страны принято классифицировать следующим образом: очень высокий (значение индекса не менее 0,800), высокий (от 0,700 до 0,799), средний (от 0,550 до 0,699) и низкий уровень (значение индекса ниже 0,550). В 2019 году в группу стран с очень высоким ИЧР входили 66 стран, с высоким – 53 страны, со средним – 37 стран и с низким ИЧР – 33 страны [Human Development..., 2020].

**Таблица 1. Глобальный инновационный индекс стран мира, 2020 г.**  
**Table 1. Global innovation index of the countries, around the world, 2020**

Место в рейтинге	Страна	ГИИ
1	Швейцария	66,08
2	Швеция	62,47
3	США	60,56
4	Великобритания	59,78
5	Нидерланды	58,76
6	Дания	57,53
7	Финляндия	57,02
8	Сингапур	56,61
9	Германия	56,55
10	Республика Корея	56,11
.....	.....	.....
47	Россия	35,63
.....	.....	.....
122	Замбия	19,39
123	Мали	19,15
124	Мозамбик	18,70
125	Того	18,54
126	Бенин	18,13
127	Эфиопия	18,06
128	Нигер	17,82
129	Мьянма	17,74
130	Гвинея	17,32
131	Йемен	13,56

С 2016 года рассчитывается также индекс человеческого развития с учетом неравенства (ИЧРН) в распределении здоровья, образования и дохода. При этом ИЧР рассматривается как показатель потенциального (максимального) развития человека, который мог бы быть достигнут, если бы не было неравенства.

<sup>1</sup> До 2013 года этот индекс назывался индекс развития человеческого потенциала, ИРЧП.

Для учета диспропорций в Индексе человеческого развития, связанных с полом, используются Индекс гендерного развития (ИГР) и Индекс гендерного неравенства (ИГН) [Human Development ..., 2020].

В 2020 году был впервые введен индекс человеческого развития с учетом планетарной нагрузки (ИЧРП), который дает представление о возможностях достижения высоких значений ИЧР при более низких объемах выбросов двуокиси углерода и потребления ресурсов. По этому индексу в группу стран с очень высоким уровнем развития смогли войти только 10 стран из 66, имевших в 2019 г. ИЧР, превышающий 0,800 [Human Development ..., 2020].

Рейтинг 2019 года для 189 стран по индексам ИЧР, ИЧРН и ИЧРП представлен в таблице 2 (приведены данные для групп стран с очень высоким и низким уровнями ИЧР, по 10 стран из каждой группы). Россия в этом рейтинге занимает 52 место (ИЧР = 0,824) и относится к группе

стран с очень высоким уровнем ИЧР [Human Development ..., 2020]. По значению ИЧРН (0,740) Россия занимает 42 место в рейтинге и входит в группу стран с высоким уровнем человеческого развития, по ИЧРП (0,728) Россия также относится к группе стран с высоким уровнем развития и занимает 56 место. Надо отметить, что среднее значение ИЧР по миру составляет 0,737, а с учетом неравенства (по ИЧРН) – 0,587. Среднее значение ИЧР с учетом планетарной нагрузки (по ИЧРП) составляет 0,683.

Надо заметить, что с 2010 года практически во всех странах, за исключением нескольких (США, Испании, Палестины, Венесуэлы, Суринама, Бутана и Йемена), наблюдался рост индекса человеческого развития [Human Development ..., 2020].

Россия относится к группе стран с очень высоким индексом человеческого развития, однако между регионами внутри страны существуют значительные различия по этому показателю.

**Таблица 2. Индексы человеческого развития стран мира, 2019 г.**  
**Table 2. Human Development Index of the countries, around the world, 2019**

Место в рейтинге по ИЧР	Страна	Индекс				
		ИЧР	ИЧРН	Потери, (ИЧР-ИЧРН), %	ИЧРП	Потери, (ИЧР-ИЧРП), %
1	Норвегия	0,957	0,899	6,1	0,781	18,4
2	Ирландия	0,955	0,885	7,3	0,833	12,8
2	Швейцария	0,955	0,889	6,9	0,825	13,6
4	Гонконг, Китай	0,949	0,824	13,2	—	—
4	Исландия	0,949	0,894	5,8	0,768	19,1
6	Германия	0,947	0,869	8,2	0,814	14,0
7	Швеция	0,945	0,882	6,7	0,817	13,5
8	Австралия	0,944	0,867	8,2	0,696	26,3
8	Нидерланды	0,944	0,878	7,0	0,794	15,9
10	Дания	0,940	0,883	6,1	0,824	12,3
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
52	Россия	0,824	0,740	10,2	0,728	11,7
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
180	Эритрея	0,459	—	—	0,449	2,2
181	Мозамбик	0,456	0,316	30,7	0,452	0,9
182	Буркина -Фасо	0,452	0,316	30,1	0,446	1,3
182	Сьерра-Леоне	0,452	0,291	35,6	0,442	2,2
184	Мали	0,434	0,289	33,4	0,427	1,6
185	Бурунди	0,433	0,303	30,0	0,431	0,5
185	Южный Судан	0,433	0,276	36,3	0,430	0,7
187	Чад	0,398	0,248	37,7	0,396	0,5
188	ЦАР	0,397	0,232	41,6	0,393	1,0
189	Нигер	0,394	0,284	27,9	0,390	1,0
	Среднее по миру	0,737	0,587	20,4	0,683	7,3

По данным за 2019 год, Москва (ИЧР – 0,940), занимающая лидирующую позицию в рейтинге ИЧР по регионам, превышает индекс находящейся на последнем месте Республики Тыва (ИЧР – 0,787) на 19,4% [Индекс человеческого ..., 2021, с. 2]. В регионах России с высоким значением ИЧР (выше 0,880) в 2019 году проживало 20% населения (28,7 млн человек), в регионах со средним уровнем развития – 72% россиян (105,8 млн человек) и 8% (12,2 млн человек) проживало в регионах с низким значением ИЧР. С подробным анализом индексов человеческого развития и их составляющих по регионам России можно ознакомиться в Аналитической записке «Индекс человеческого развития в России: региональные различия» [Индекс человеческого ..., 2021].

Как было отмечено выше, важнейшая компонента человеческого потенциала – здоровье населения. В межстрановых сравнениях для оценки уровня здоровья населения чаще всего используется интегральный показатель ожидаемой продолжительности жизни при рождении [Демографическая ..., 2013]. В 2019 году средняя ожидаемая продолжительность жизни при рождении в группе стран с очень высоким уровнем человеческого развития составляла 79,6 лет, в группе стран с высоким уровнем человеческого развития – 75,3 года [Human Development ..., 2020], а в России средняя ожидаемая продолжительность жизни при рождении составляла 73,34 года [Регионы ..., 2020], что существенно ниже, чем в группах стран с высоким индексом человеческого развития (табл. 3). Значительны также различия по этому показателю и среди регионов России [Регионы ..., 2020].

Индекс человеческого развития (ИЧР), учитывая показатель ожидаемой продолжительности жизни при рождении, все-таки не отражает состояние здоровья людей в течение жизни. Например, в условиях роста продолжительности жизни увеличивается доля населения с хроническими заболеваниями и инвалидностью, что существенно снижает качество жизни. Поэтому, для учета потерь, связанных с состоянием здоровья населения, используется сравнительно новый показатель «Ожидаемая продолжительность здоровой жизни» или «Ожидаемая продолжительность жизни без ограничений в де-

способности» (DALE, Disability Free Life Expectancy). Название и методика расчета этого показателя были предложены Д. Салливаном в 1971 году [Sullivan, 1971]. Использование данного показателя при расчете ИЧР снижает его значения для всех стран. В странах с очень высоким уровнем человеческого развития потери составляют в среднем 14,2%<sup>2</sup>, в странах с высоким уровнем – 12,3%, со средним уровнем – 13,9% и в странах с низким уровнем человеческого развития – 12,8%, а в среднем по миру это 13,2%. В России потери составляют 12,6% [Human Development..., 2020]. Обзор работ, посвященных анализу ожидаемой продолжительности здоровой жизни в России, представлен в статье А. Рамонова [Рамонов, 2011].

В данной работе рассматривается связь между развитием инновационной экономики и показателями, характеризующими человеческое развитие в странах мира и в регионах России.

**Таблица 3. Средняя ожидаемая продолжительность жизни в группах стран мира по уровню ИЧР, 2019 г.**  
**Table 3. Average life expectancy in the world's country groups by HDI level, 2019**

Группа стран по уровню ИЧР	Число стран в группе	Ожидаемая продолжительность жизни, лет
Очень высокий (ИЧР>0,800)	66	79,6
Высокий (0,700<ИЧР<0,799)	53	75,3
Средний (0,550<ИЧР<0,699)	37	69,3
Низкий (ИЧР<0,550)	33	61,4
Мир в целом	189	71,4
Россия	—	73,3

## Материал и методы

Источником информации для оценки уровня развития инновационной экономики в странах мира служил «Глобальный инновационный индекс (The Global Innovation Index) за

<sup>2</sup> Рассчитывается как относительная разница между ожидаемой продолжительностью жизни и ожидаемой продолжительностью здоровой жизни, выраженная в процентах к ожидаемой продолжительности жизни при рождении.

2019 г. (то есть, до коронавирусной пандемии) [The Global..., 2020].

Для оценки уровня инновационного развития экономики регионов России использовали данные Ассоциации инновационных регионов России (АИРР) [Рейтинг ..., 2017]. Методика расчета рейтинга инновационных регионов России была разработана в 2012 г. АИРР совместно с Министерством экономического развития РФ, а также с привлечением представителей региональных администраций и ведущих экспертов страны.

В основу этой методики положен подход, используемый Европейской комиссией для проведения сравнительной оценки инновационного развития регионов Евросоюза с целью разработки и внедрения мер инновационной политики на региональном уровне (Regional Innovation Scoreboard)» [Рейтинг..., 2017, с. 6]. В настоящее время опубликовано пять версий Рейтинга, начиная с 2014 г. по 2018 г. Первоначально при расчете рейтинга использовались 23 индикатора, объединенных в 3 подгруппы: 1) научные исследования и разработки; 2) инновационная деятельность; 3) социально-экономические условия инновационной деятельности. Начиная с 2016 г., учитываются еще шесть новых индикаторов, объединенных в четвертый смысловой блок «инновационная активность региона». При этом набор индикаторов трех первых базовых тематических блоков рейтинга остается практически неизменным, что позволяет отслеживать динамику по ключевым направлениям развития. Индекс инновационного развития экономики региона (ИИРЭ) рассчитывается как среднеарифметическое значение из 29 частных индексов.

Для получения информации об индексах человеческого развития в странах мира использовали «Доклад о человеческом развитии 2020» («Human Development Report 2020»), который опубликован Программой развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) [Human Development..., 2020]. Источником информации об индексах человеческого развития в регионах России служила Аналитическая записка «Индекс человеческого развития в России: региональные различия», изданная Аналитическим центром при Правительстве Российской Федерации в 2021 году. В данной аналитической записке приведены ИЧР для субъектов Российской Федера-

ции, начиная с 2013 года. В записке отмечается, что поскольку расчет ИЧР для субъектов по методологии ООН, которая применяется в последние годы, до сих пор в России невозможен из-за отсутствия статистики по ряду показателей, значения ИЧР для России и ее регионов рассчитываются по собственной методике и поэтому они имеют несколько завышенные значения и представляют интерес исключительно для сравнения внутри страны и не подходят для межстрановых сопоставлений [Индекс человеческого ..., 2021].

Источником информации о продолжительности жизни населения России служили данные Росстата по 85 регионам РФ [Регионы ..., 2017; 2020].

В качестве меры статистической связи между индексом инновационного развития и ИЧР, а также ожидаемой продолжительностью жизни, использовали ранговые коэффициенты корреляции Спирмена. Для сравнения регионов с разным уровнем инновационного развития по Индексу инновационного развития использовали критерий Краскела-Уоллиса [Лагутин, 2011].

## Результаты

Диапазон изменения Глобального инновационного индекса (ГИИ) по странам мира (2019 г.) достаточно широк: от максимального (67,24) в Швейцарии до минимального (14,49) в Йемене и составляет 78%. Также широк, но несколько уже, и диапазон изменения Индекса человеческого развития (ИЧР): максимальный (0,957) – в Норвегии, а минимальный (0,394) – в Нигере, что составляет 59%. На рисунке 1 показана диаграмма рассеяния Глобального инновационного индекса в зависимости от Индекса человеческого развития для 129 стран мира. Зависимость сглажена многочленом четвертой степени:

$$Y = 200,85 - 1340,39X + 3564,80X^2 - 4045,78X^3 + 1698,45X^4.$$

Коэффициент корреляции Спирмена между ГИИ и ИЧР составляет 0,905 (уровень значимости – меньше 0,0001).

Из рисунка видно, что более высокому уровню развития инновационной экономики соответствует более высокий Индекс человеческого развития, что, в свою очередь, ускоряет развитие экономики. Следует заметить также, что

из общего ряда выделяется только одна страна, Китай (CN), который в 2019 г. имел нетипично высокий ГИИ = 54,82 при ИЧР = 0,761.

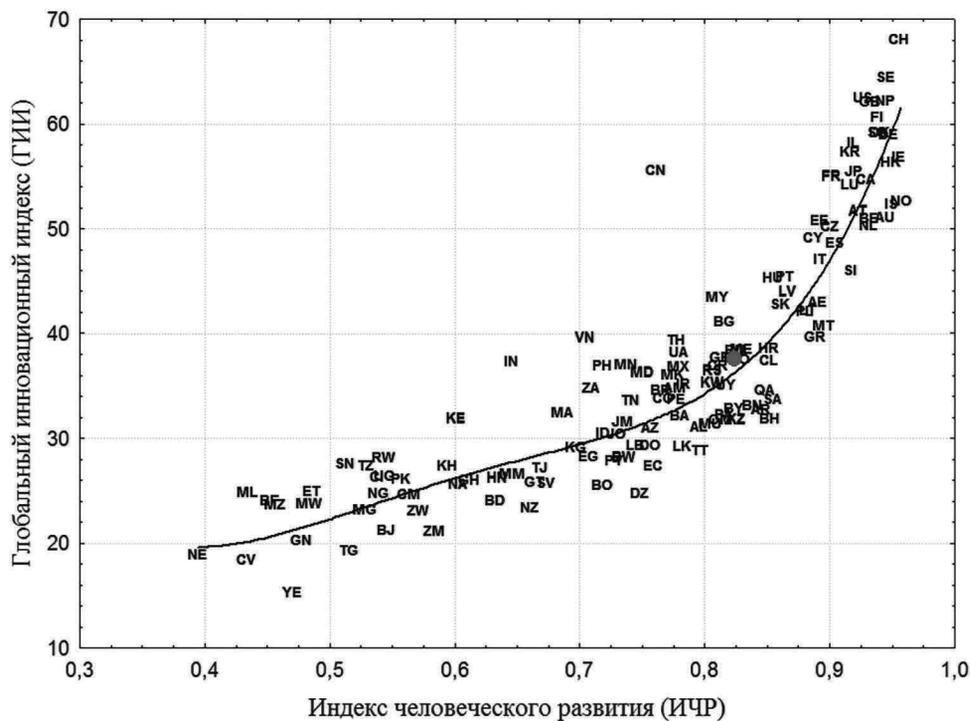
Как было сказано выше, для стран мира с ростом Индекса человеческого развития наблюдается также и рост средней ожидаемой продолжительности жизни (табл. 3). В таблице 4 приведены коэффициенты корреляции между Глобальным инновационным индексом и показателями ожидаемой продолжительности жизни (2019 г.). Полученные результаты свидетельствуют о высокой, статистически значимой положительной корреляции между этими показателями.

В России, состоящей из 85 регионов, картина несколько отличается. Диапазон изменения Индекса инновационного развития экономики (ИИРЭ) также широк: в 2018 году<sup>3</sup> наибольшее значение индекса (0,68) отмечалось в Санкт-Петербурге, наименьшее (0,16) – в Республике Ингушетия, что составляло 76,5%. А диапазон изменения Индекса человеческого развития

значительно уже: наибольший ИЧР (0,936) наблюдался в Москве, а наименьший (0,778) – в Республике Тыва, то есть, только 17%.

**Таблица 4. Коэффициенты корреляции между Глобальным инновационным индексом и показателями, характеризующими население стран мира (2019 г.)**  
**Table 4. Correlation coefficients between the Global Innovation Index and population indicators of the countries of the world (2019)**

Показатель	Глобальный инновационный индекс	
	Коэффициент корреляции	Уровень значимости
Индекс человеческого развития	0,905	< 0,0001
Ожидаемая продолжительность жизни (средняя)	0,834	< 0,0001
Ожидаемая продолжительность жизни мужчин	0,794	< 0,0001
Ожидаемая продолжительность жизни женщин	0,852	< 0,0001



**Рисунок 1. Диаграмма рассеяния ГИИ в зависимости от ИЧР для стран мира**  
**Figure 1. Scatterplot of GII by HDI for the countries of the world**

Примечания. Страны мира на графике обозначены двухбуквенными кодами (интернет-кодами). Положение России отмечено на графике красной точкой.  
 Notes. The countries of the world on the chart are indicated by two-letter codes (Internet codes). The position of Russia is marked on the chart with a red dot.

<sup>3</sup> Выбран 2018 год, т.к. последний выпуск Индекса инновационного развития экономики ограничен этим годом.

На рисунке 2 показана диаграмма рассеяния Индекса инновационного развития экономики в зависимости от Индекса человеческого развития для 85 регионов России. Зависимость сглажена прямой линией:

$$Y = -1,63 + 2,41X.$$

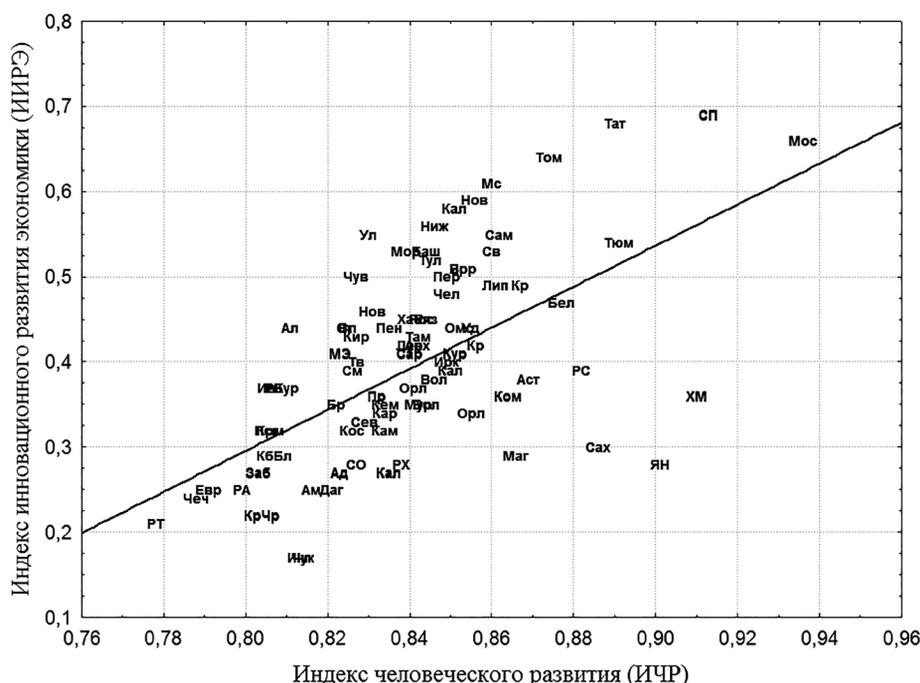
**Таблица 5. Коэффициенты корреляции между показателями ожидаемой продолжительности жизни и индексом инновационного развития экономики (2016 г.)**  
**Table 5. Correlation coefficients between indicators of life expectancy and the Index of Innovative Economy Development Index (2016)**

Показатель	Индекс инновационного развития экономики	
	Коэффициент корреляции	Уровень значимости
Индекс человеческого развития	<b>0,538</b>	<b>&lt; 0,0001</b>
Ожидаемая продолжительность жизни (средняя)	0,166	0,132
Ожидаемая продолжительность жизни мужчин	0,112	0,312
Ожидаемая продолжительность жизни женщин	<b>0,233</b>	<b>0,033</b>
Индекс популяционного здоровья	0,104	> 0,05

Коэффициент корреляции Спирмена между индексами ИИРЭ и ИЧР в 2018 г. был равен 0,578 (уровень значимости – меньше 0,0001). Для сравнения в 2016 г. этот коэффициент корреляции имел значение 0,538 (см. табл. 5).

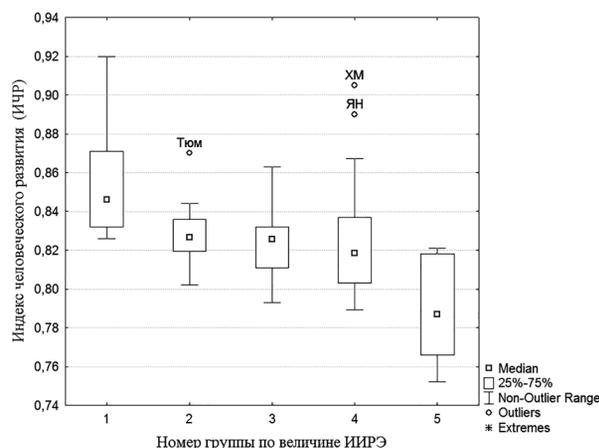
Заслуживает внимания факт, что характер кривой на рисунке 2 существенно отличается от кривой на рисунке 1, а также наблюдается существенный разброс данных, особенно в зоне более высоких значений ИЧР. Существенно ниже и коэффициент корреляции между уровнем развития инновационной экономики и Индексом человеческого развития для данных по странам мира и субъектам РФ (0,905 против 0,578).

Основная тенденция, тем не менее, сохраняется и для регионов России: более высокому уровню человеческого развития соответствует более высокий уровень инновационного развития экономики. Этот вывод также подтверждается сравнением групп регионов России с разным уровнем инновационного развития экономики (ИИРЭ) по Индексу человеческого развития (ИЧР). По величине ИИРЭ регионы России были разбиты на пять групп: группа 1 – ИИРЭ от 0,54 до 0,73; группа 2 – от 0,42 до 0,53; группа 3 – от 0,35 до 0,41; группа 4 – от 0,23 до 0,34 и



**Рисунок 2. Диаграмма рассеяния ИИРЭ в зависимости от ИЧР для регионов России, 2018 г.**  
**Figure 2. Scatterplot of IEDI by HDI for Russian regions, 2018**

группа 5 – от 0,18 до 0,22. На рисунке 3 показана диаграмма размахов значений ИЧР в каждой из пяти групп. С увеличением номера группы (чем больше номер группы, тем меньше в ней значения ИИРЭ) наблюдается убывание внутригрупповых медианных значений ИЧР, что согласуется с рисунком 2. Согласно ранговому критерию Краскела-Уоллиса (непараметрическому дисперсионному анализу) различие всех пяти групп по признаку ИЧР значимо на уровне 0,0001.



**Рисунок 3. Различия ИЧР в зависимости от группы по величине ИИРЭ для регионов России**  
**Figure 3. Differences in HDI for groups of Russian regions with different levels of IEDI**

Примечания. Группы инновационного развития: 1 – ИИРЭ от 0,54 до 0,73; группа 2 – ИИРЭ от 0,42 до 0,53; группа 3 – ИИРЭ от 0,35 до 0,41; группа 4 – ИИРЭ от 0,23 до 0,34 и группа 5 – ИИРЭ от 0,18 до 0,22.

Notes. Innovative development groups: 1 – IEDI from 0.54 to 0.73; group 2 – IEDI from 0.42 to 0.53; group 3 – IEDI from 0.35 to 0.41; group 4 – IEDI from 0.23 to 0.34; and group 5 – IEDI from 0.18 to 0.22.

Однако для показателя ожидаемой продолжительности жизни, который входит в формулу расчета Индекса человеческого развития, картина совершенно другая. Если для стран мира с ростом Глобального инновационного индекса наблюдается также рост как средней ожидаемой продолжительности жизни, так и ожидаемой продолжительности жизни отдельно мужчин и женщин (табл. 4), то для регионов России эта зависимость нарушается (табл. 5). Положительная, статистически значимая связь между уровнем инновационного развития экономики и ожидаемой продолжительностью жизни наблюдается только для женщин ( $R = 0,233$ ), для средней ожидаемой продолжительности жизни и для

ожидаемой продолжительности жизни мужчин эта связь статистически незначима.

## Обсуждение

При расчете Индекса человеческого развития (ИЧР) учитываются ожидаемая продолжительность жизни, уровни образования и доходов жителей той или иной страны. Эти показатели, характеризующие население, существенным образом влияют на развитие экономики [Suri et al., 2011], в частности, инновационной, которая основана на постоянном совершенствовании существующих и создании новых технологий и продукции, где основную роль играют интеллект ученых и новаторов, общая образованность населения, а также окружающая информационная среда. Зависимость, полученная для стран мира, это хорошо подтверждает (рис. 1): статистически значимая корреляция между Индексом человеческого развития и Глобальным инновационным индексом (ГИИ) составляет 0,905. Примечательно, что при достижении очень высокого уровня ИЧР (более 0,800) наблюдается практически экспоненциальный рост ГИИ, что, в свою очередь, ускоряет рост ИЧР. Это оказывает существенное влияние на ожидаемую продолжительность жизни, поскольку изменяется образ жизни людей, появляются новые, более эффективные методы диагностики и лечения заболеваний, развивается индустрия поддержания здоровья и долголетия. Действительно, корреляция между Глобальным инновационным индексом и ожидаемой продолжительностью жизни (ОПЖ) по данным для стран мира статистически значима ( $p < 0,0001$ ) и достаточно высокая (табл. 4):  $R_{ОПЖ \text{ сред.}} = 0,834$ ;  $R_{ОПЖ \text{ муж.}} = 0,794$ ;  $R_{ОПЖ \text{ жен.}} = 0,852$ . При этом наиболее высокий коэффициент корреляции наблюдается между ГИИ и ОПЖ женщин, т.е., повышение уровня развития инновационной экономики в большей степени сказывается на продолжительности жизни женщин по сравнению с мужчинами. Важно также отметить, что с уровнем развития инновационной экономики растет средняя ожидаемая продолжительность жизни во всех странах мира [Human ..., 2020; The Global, 2020] и увеличивается доля населения в возрасте 65+ [World Population ..., 2019].

В Российской Федерации, как и во всем мире, более высокому уровню человеческого развития соответствует и более высокий уровень развития инновационной экономики (рис. 2 и рис. 3), однако картина взаимосвязи между этими показателями несколько отличается. Первое отличие состоит в том, что в субъектах России при максимальном различии ИЧР в 1,2 раза, наблюдается существенная дифференциация по уровню развития инновационной экономики: максимальное различие достигает 4,25 раза. Коэффициент корреляции между ИИРЭ и ИЧР также статистически значим, но существенно ниже ( $R = 0,578$ ; 2018 г.) и зависимость между этими индексами имеет линейный характер (второе отличие). Третье отличие связано с тем, что в РФ отсутствует статистически значимая корреляция между средней ожидаемой продолжительностью жизни и уровнем развития инновационной экономики, не наблюдается эта связь и для ожидаемой продолжительности жизни мужского населения страны. При этом для женской части населения коэффициент корреляции между ожидаемой продолжительностью жизни и индексом инновационного развития экономики хотя статистически значим, но не очень высок – 0,233 (табл. 5).

В группу регионов с очень высоким уровнем развития инновационной экономики в 2016 г. входили: Москва, Санкт-Петербург, республики Татарстан и Башкортостан, Томская, Новосибирская, Калужская, Нижегородская, Московская и Самарская области, а также Красноярский край, а в группу регионов с наиболее низким ИИРЭ – республики Калмыкия, Хакасия, Тыва, Ингушетия, Еврейская АО, Карачаево-Черкесская и Чеченская республики и Ненецкий АО. Мы видим, что в первую группу входят промышленные регионы с крупными научными и образовательными центрами, а вторую группу представляют регионы преимущественно с сельским населением и традиционным укладом жизни.

Индекс человеческого развития включает три составляющие: долголетие, образование и доходы населения. Как и во всем мире, ИЧР в России за последнее десятилетие имеет положительную динамику. По данным, приведенным в Аналитической записке [Индекс человеческого ..., 2021], за период 2013–2019 гг. ИЧР в среднем по России вырос на 0,61%, при этом

динамика этого процесса в регионах различается: наибольший прирост (от сравнительно низкого уровня) наблюдался в республиках Тыва (1,17%) и Калмыкия (1,07%), а также в Ненецком автономном округе (1,05%); наименьший – в Забайкальском (0,30%) и Алтайском (0,31%) краях. Существенен разброс среди регионов и по компонентам ИЧР. Так, максимальное различие по индексу дохода за 2019 г. составляет 1,5 раза (средний по России – 0,857; максимальный наблюдается в регионах ХМАО, ЯНАО, Ненецком АО и Сахалинской области – 1,000; минимальный в Чеченской Республике – 0,655). По индексу долголетия – различие в 1,3 раза (средний по России – 0,806; максимальный в Республике Ингушетия – 0,973; минимальный в Республике Тыва – 0,710). А вот по индексу образования различия между регионами существенно ниже – в 1,16 раза (средний по России – 0,952; максимальный в Санкт-Петербурге – 1,000; минимальный в Республике Ингушетия – 0,862). Надо отметить, что в целом по России Индекс образования довольно высокий, лишь 5 регионов имеют индекс ниже 0,9 (Республика Ингушетия – 0,867; Ленинградская область – 0,870; Республика Дагестан – 0,873; Чеченская Республика – 0,899 и Чукотский АО – 0,899).

Таким образом, в некоторых регионах высокий ИЧР достигается за счет больших доходов и связано это с сырьевой экономикой (например, ХМАО, ЯНАО) при низком развитии инновационной. В других регионах – основной вклад в ИЧР вносит индекс долголетия, связанный с традиционным образом жизни, при невысоких индексах доходов и образования (например, республики Ингушетия, Дагестан, Чеченская Республика). Вероятно, эти особенности и определяют отличия во взаимосвязи Индекса человеческого развития и уровня развития инновационной экономики в России по сравнению с аналогичными взаимосвязями в целом для стран мира.

## Заключение

В мире с развитием инновационной экономики растет Индекс человеческого развития, что, в свою очередь, ускоряет развитие экономики. В мире с ростом уровня развития иннова-

ционной экономики растет средняя ожидаемая продолжительность жизни.

В России зависимость между Индексом человеческого развития и уровнем развития инновационной экономики носит скорее линейный характер и коэффициент корреляции между этими показателями значительно ниже по сравнению с коэффициентом корреляции для стран мира. В России наблюдается значимая положительная корреляционная связь между Индексом развития инновационной экономики и ожидаемой продолжительностью жизни только для женского населения.

### Благодарности

Исследование выполнено в рамках научного проекта государственного задания МГУ № 121032500094-5 «Построение концептуальных и математических моделей зональных типов наземных экосистем», а также при поддержке Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды»

### Библиография

Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. М.: Академия. 1999.

Государственная программа Российской Федерации «Экономическое развитие и инновационная экономика» на 2014 – 2020 гг., ред. 2018 г. // [https://www.economy.gov.ru/material/departments/d19/gosudarstvennaya\\_programma\\_ekonomicheskoe\\_razvitie\\_i\\_innovatsionnaya\\_ekonomika/](https://www.economy.gov.ru/material/departments/d19/gosudarstvennaya_programma_ekonomicheskoe_razvitie_i_innovatsionnaya_ekonomika/) (дата обращения: 08.02.2022).

Демографическая энциклопедия / Редкол.: Ткаченко А.А., Аношкин А.В., Денисенко М.Б. и др. М.: ООО «Издательство «Энциклопедия». 2013. 944 с.

Индекс человеческого развития в России: регио-

нальные различия. Аналитическая записка // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. М.: 2021. URL: [https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/analitika/2022/\\_2021\\_long.pdf/](https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/analitika/2022/_2021_long.pdf/) (дата обращения 08.02.2022).

Катайцева Е.А. Воспроизводство человеческого потенциала науки в условиях перехода к инновационной экономике: автореферат дис. ... кандидата экономических наук. Москва, 2010. 29 с.

Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. 2008 г. // <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-17112008-n-1662-r/kontseptsiia-dolgosrochnogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiia-rossiiskoi/> (дата обращения: 08.02.2022).

Лагутин М.Б. Наглядная математическая статистика: учебное пособие. М.: Бином, Лаборатория знаний. 2011.

Рамонов А. Ожидаемая продолжительность здоровой жизни в России // Демоскоп Weekly, 2011. № 463–464. URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2011/0463/tema01.php>. (дата обращения: 31.10.2022).

Регионы России. Социально-экономические показатели. Статистический сборник. М.: Росстат, 2017. <https://rosstat.gov.ru/>. (дата обращения: 31.10.2022).

Регионы России. Социально-экономические показатели. Статистический сборник. М.: Росстат, 2020. URL: <https://rosstat.gov.ru/>. (дата обращения: 30.01.2022).

Рейтинг инновационных регионов России: версия 2016. М.: АИПП, 2017 // <https://i-regions.org/reiting/rejting-innovatsionnogo-razvitiya/> (дата обращения: 30.01.2022).

Сбережение народа /под. ред. Н.М.Римашевской. М.: Наука, 2007. 326 с.

Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года. Утверждена 01.12.2016 г. URL: <https://issek.hse.ru/news/198007950.html/> (дата обращения: 08.02.2022).

### Информация об авторах

Будилова Елена Вениаминовна, д.б.н.; ORCID ID: 0000-0003-0769-4570; [evbudilova@mail.ru](mailto:evbudilova@mail.ru);

Лагутин Михаил Борисович; ORCID ID: 0000-0003-3778-4497; [lagutinmb@mail.ru](mailto:lagutinmb@mail.ru).

Поступила в редакцию 05.11.2022,  
принята к публикации 05.12.2022.

## THE RELATIONSHIP BETWEEN THE HUMAN DEVELOPMENT AND THE LEVEL OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE ECONOMY

**Introduction.** *The relationship between the Human Development Index, life expectancy and the level of innovative development of the economy as a whole for the countries of the world and separately for 85 subjects of the Russian Federation is considered.*

**Materials and methods.** *The source of information for assessing the level of development of the innovative economy in the countries of the world was the Global Innovation Index for 2019, and in the regions of Russia – the data of the Association of Innovative Regions of Russia.*

*The Human Development Report 2020 published by the United Nations Development Program was used to obtain information on Human Development Indices in the countries of the world. The source of information on Human Development Indices in the regions of Russia was the Analytical Note “Human Development Index in Russia: Regional Differences”, published by the Analytical Center under the Government of the Russian Federation in 2021. The source of information on the life expectancy of the population of 85 regions of Russia is the collections of Rosstat. Correlation and non-parametric analysis of variance was used to assess the relationship between the studied indicators.*

**Results.** *It is shown that the Spearman correlation coefficient between the Global Innovation Index (GII) and the Human Development Index (HDI) according to the data for the countries of the world is 0.905 (significance level – <0.0001), the correlation coefficients between GII and life expectancy, both average and separately for men and women, are quite high: 0.834; 0.794 and 0.852 respectively.*

*The correlation coefficient between the Innovative Economy Development Index (IEDI) and the HDI according to data for 85 regions of the Russian Federation is 0.578 (significance level is < 0.0001), the correlation coefficients between the IEDI and average life expectancy and separately for men are not statistically significant, but for the female population – 0.233 (significance level – 0.033).*

**Conclusion.** *In the world, with the development of an innovative economy, the Human Development Index is growing, which, in turn, accelerates the development of the economy. In the world, with the growth of the level of development of the innovative economy, the average life expectancy is growing.*

*In Russia, the relationship between the Human Development Index and the level of development of the innovative economy is rather linear, and the correlation coefficient between these indicators is much lower compared to the correlation coefficient for the countries of the world. In Russia, there is a significant positive correlation between the Innovative Economy Development Index and life expectancy only for the female population.*

**Keywords:** Human Development Index; Global Innovation Index; Innovative Economy Development Index; life expectancy

DOI: 10.32521/2074-8132.2023.1.090-101 (MUAB)

### References

Bell D. *Gryadushchee postindustrial'noe obshchestvo* [The Coming of Post-Industrial Society]. M.: Akademiya, 1999. (In Russ.).

*Gosudarstvennaya programma Rossijskoj Federaczii «E'konomicheskoe razvitie iinnovaczionnaya e'konomika» na 2014–2020 gg., red. 2018 g.* [State Pro-

gram of the Russian Federation "Economic Development and Innovative Economy" for 2014-2020, ed. 2018]. Available at: [https://www.economy.gov.ru/material/departments/d19/gosudarstvennaya\\_programma\\_ekonomicheskoe\\_razvitie\\_i\\_innovaczionnaya\\_ekonomika](https://www.economy.gov.ru/material/departments/d19/gosudarstvennaya_programma_ekonomicheskoe_razvitie_i_innovaczionnaya_ekonomika). Accessed 08.02.2022. (In Russ.).

- Demograficheskaya e`nciklopediya* [Demographic Encyclopedia] /Redkol.: Tkachenko A.A., Anoshkin A.V., Denisenko M.B. i dr. M.: OOO «Izdatel'stvo «E`nciklopediya», 2013. 944 p. (In Russ.).
- Indeks chelovecheskogo razvitiya v Rossii: regional'ny'e razlichiya. Analiticheskaya zapiska* [Human Development Index in Russia: Regional Differences. Analytic note]. Analiticheskij cenztr pri Pravitel'stve Rossijskoj Federaczii. M., 2021. Available at: [https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/analitika/2022/\\_2021\\_long.pdf](https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/analitika/2022/_2021_long.pdf). Accessed 08.02.2022 (In Russ.).
- Katajceva E.A. *Vosproizvodstvo chelovecheskogo potenciala nauki v usloviyah perekhoda k innovacionnoj ekonomike* [Reproduction of the human potential of science in the context of the transition to an innovative economy]: avtoreferat dis. ... kandidata ekonomicheskikh nauk, Moskva, 2010. 29 p.
- Konceptczija dolgosrochnogo soczial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federaczii na period do 2020 goda. 2008 g.* [The concept of long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2020]. 2008. Available at: <https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-17112008-n-1662-r/kontseptsii-dolgosrochnogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiia-rossiiskoi>. Accessed 08.02.2022 (In Russ.).
- Lagutin M.B. *Naglyadnaya matematicheskaya statistika: uchebnoe posobie* [Descriptiv Mathematical Statistics: A Manual]. M.: Binom, Laboratoriya znaniy Publ., 2011. (In Russ.).
- Ramonov A. *Ozhidaemaya prodolzhitel'nost' zdorovoj zhizni v Rossii* [Healthy life expectancy in Russia]. Demoskop Weekly, 2011. № 463–464. Available at: <http://www.demoscope.ru/weekly/2011/0463/tema01.php>. Accessed 31.10.2022. (In Russ.).
- Regiony Rossii. Social'no-ekonomicheskie pokazateli. Statisticheskij sbornik* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. Statistical digest]. M.: Rosstat, 2017. Available at: <https://rosstat.gov.ru/>. Accessed 30.01.2022 (In Russ.).
- Regiony Rossii. Social'no-ekonomicheskie pokazateli. Statisticheskij sbornik* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. Statistical digest]. M.: Rosstat, 2020. Available at: <https://rosstat.gov.ru/>. Accessed 30.01.2022. (In Russ.).
- Rejting innovacionnyh regionov Rossii: versiya 2016* [Rating of innovative regions of Russia: version 2016]. M.: AIRR, 2017. Available at: <https://i-regions.org/rejting/rejting-innovatsionnogo-razvitiya>. Accessed 30.01.2022. (In Russ.).
- Sberezhenie naroda* [Saving the people] /pod. red. N.M. Rimashevskoj. M.: Nauka, 2007. 326 p. (In Russ.).
- Strategiya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossijskoj Federaczii do 2035 goda. Utverzhdena 01.12.2016 g.* [Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian Federation until 2035. Approved on 01.12.2016]. Available at: <https://issek.hse.ru/news/198007950.html/> Accessed 08.02.2022. (In Russ.).
- Human Development Report 2020. The Next Frontier – Human Development and the Anthropocene.* – United Nations Development Programme, 15 December 2020. 397 p. Available at: <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2020>. Accessed 01.11.2022
- Sullivan D. A single index of mortality and morbidity. *HSMHA health report*, 1971, 86, pp. 347–354.
- Suri T., Boozer M.A., Ranis G., Stewart F. Paths to Success: The Relationship Between Human Development and Economic Growth. *World Development*, 2011, 39 (4), pp. 506–522. Doi: 10.1016/j.worlddev.2010.08.020.
- The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation?* Cornell University, INSEAD, and the World Intellectual Property Organization, 2020. P. XXXIII. Available at: URL: [https://www.wipo.int/global\\_innovation\\_index/en/2020/](https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2020/) Accessed 01.06.2022.
- World Population Prospects 2019.* United Nations, New York, 2019. Available at: [https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019\\_Volume-II-Demographic-Profiles.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Volume-II-Demographic-Profiles.pdf) / Accessed 01.11.2022.

#### Information about the Authors

Budilova Elena V., PhD, D.Sc.; ORCID ID: 0000-0003-0769-4570; [evbudilova@mail.ru](mailto:evbudilova@mail.ru);

Lagutin Michail B.; ORCID ID: 0000-0003-3778-4497; [lagutinmb@mail.ru](mailto:lagutinmb@mail.ru).



Перерва Е.В.

*Волгоградский государственный университет, Институт истории,  
международных отношений и социальных технологий,  
кафедра истории и международных отношений,  
просп. Университетский, 100, Волгоград, 400062, Россия*

## К ВОПРОСУ О ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ НА ИСКУССТВЕННО ДЕФОРМИРОВАННЫХ ЧЕРЕПАХ ЭПОХИ СРЕДНЕЙ БРОНЗЫ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

**Введение.** Работа посвящена определению патологических состояний, развитие которых могло быть стимулировано применением деформирующей конструкции на черепе.

**Материалы и методы.** Для исследования было доступно 158 мозговых капсул, датирующихся эпохой средней бронзы. Из них на 42 были выявлены следы искусственной деформации. Сравнение серий недеформированных и деформированных черепов осуществилось по 21 признаку, которые определялись на черепной коробке. Сопоставление частот встречаемости патологических состояний между деформированными и недеформированными черепами проводилось с помощью непараметрических критериев Манна-Уитни и Хи-квадрат ( $\chi^2$ ) Пирсона, позволяющие оценить значимость степени различий встречаемости признака в двух независимых выборках. Дополнительно использовалась оценка связей между 14 признаками с использованием коэффициента корреляции Спирмена ( $r$ -Spearman's).

**Результаты.** В результате проведенного исследования удалось установить статистически различия в серии взрослых индивидов по трем признакам: внутренний лобный гиперостоз, экзостоз наружного слухового прохода, травмы свода черепа, между недеформированными и деформированными черепами. Выявленные патологические состояния значительно чаще встречаются на мозговых коробках с искусственной деформацией. Достоверных различий между сравниваемыми группами детей и подростков выявить не удалось.

**Заключение.** Отсутствие статистических различий по большей части патологических состояний, связанных с состоянием зубочелюстной системы, ростовыми процессами, развитием внутричерепной гипертензии, воспалительными процессами и механизмами, вызывающими нарушение обмена веществ, указывает на то, что искусственная деформация не оказывает существенного влияния, на развитие патологий данного характера. Патологическое состояние, которое, возможно, стимулировалось воздействием искусственной деформации является – внутренний лобный гиперостоз. Высокая частота встречаемости на деформированных черепах экзостоза слухового прохода и травм, скорее всего, являются маркерами социальной или этнической принадлежности населения, практиковавшего данный обычай.

**Ключевые слова:** биологическая антропология; археологические материалы; палеоантропология; искусственная деформация черепа; эпоха средней бронзы; внутренний лобный гиперостоз экзостоз наружного слухового прохода; травмы

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-23-15-1-9 (LJA)

## Введение

В отечественной и зарубежной литературе в настоящий момент отсутствуют обобщающие работы по исследованию влияния преднамеренной и непреднамеренной искусственной деформации головы на изменение краниологических признаков, а также на частоту встречаемости аномалий и патологических состояний. Тем не менее, целый ряд ученых уделял этому вопросу значительное внимание [Шевченко, 1986; Козинцев, 1988; Худавердян, 2016; Ossenbergh, 1970; Gerszten, 1993 и др.].

Некоторые исследователи склоняются к точке зрения, что использование обычая преднамеренной искусственной деформации не проходило без последствий для организма человека [Балабанова, Сычева, 2006; Бужилова, Соколова, 2006; Hilgeman 1988; Mendonca de Souza et al., 2008 и др.].

На территории Нижнего Поволжья в различные исторические эпохи была распространена традиция применения деформирующих конструкций для изменения естественной формы головы. Одни из самых ранних свидетельств широкой практики преднамеренной искусственной деформации черепа обнаружены у населения культур эпохи ранней и средней бронзы, занимавших обширные ареалы восточноевропейских степей [Батиева, 2008; Баланова, 2018; Казарницкий с соавт., 2021]. Опуская вопросы, связанные с происхождением данного обычая, его социокультурного назначения у населения эпохи средней бронзы, в данной работе будет предпринята попытка проведения сравнительного анализа групп населения, не практикующих традицию деформации и индивидов со следами деформации на черепе. В результате будет дана оценка степени воздействия преднамеренной искусственной деформации на развитие тех или иных патологических состояний.

## Материал и методы

Материалом для исследования послужили черепные коробки культур эпохи средней бронзы (волго-донская, средне-донская, восточно-манушская катакомбные культуры, культура многоваликовой керамики, бабинская культура), происходящие из подкурганых захоронений с

территории Нижнего Поволжья (рис. 1). Всего было исследовано 158 мозговых капсул, из них на 42 были выявлены следы преднамеренной искусственной деформации. В 108 случаях черепные коробки принадлежали взрослым индивидам, а в 47 краниумы были детские или подростковые. Сравнение серий недеформированных и деформированных черепов осуществилось по 21 признаку, которые фиксировались на черепной коробке (табл. 1).

Сопоставление частот встречаемости патологических состояний между группами деформированных и недеформированных черепов осуществлялось с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни, который проверялся непараметрическим методом – Хи-квадрат ( $\chi^2$ ) Пирсона, позволяющим оценить значимость степени различий встречаемости признака в двух независимых выборках.

Дополнительно использовалась оценка связей между 14 признаками с использованием коэффициента корреляции Спирмена ( $r$ -Spearman's), подходящего для анализа встречаемости для двух переменных, измеренных в ранговой шкале (табл. 2). Статистические расчеты осуществлялись в пакете программ StatSoft, Inc. (2011) STATISTICA (data analysis software system), version 10 (StatSoft Russia. Электронный ресурс. URL: <http://statsoft.ru> / – дата обращения 08.11.2022)

## Результаты

Из 158 исследованных черепных коробок эпохи средней бронзы Нижнего Поволжья на 42 были выявлены следы искусственной деформации (рис. 2: 1, 2). Типы модификации головы у населения эпохи средней бронзы достаточно разнообразны, но в подавляющем большинстве случаев лобно-затылочный вариант деформации (подразумевающий использование специальных прессов с плоской поверхностью). Также зафиксированы случаи затылочно-теменной деформации мозговой коробки, кольцевой и простой затылочной деформации [Перерва и др., 2013]. Выявленное разнообразие типов может быть объяснено, как распространением у населения эпохи средней бронзы различных

способов или приспособлений для придания черепной коробке специфической формы, так и тем, что вариации могли возникать в силу каких-либо житейских обстоятельств.

Переходя к описанию сравнительного анализа частот встречаемости патологических состояний на недеформированных и деформированных черепах эпохи средней бронзы, первоначально остановимся на признаках, связанных с зубочелюстной системой.

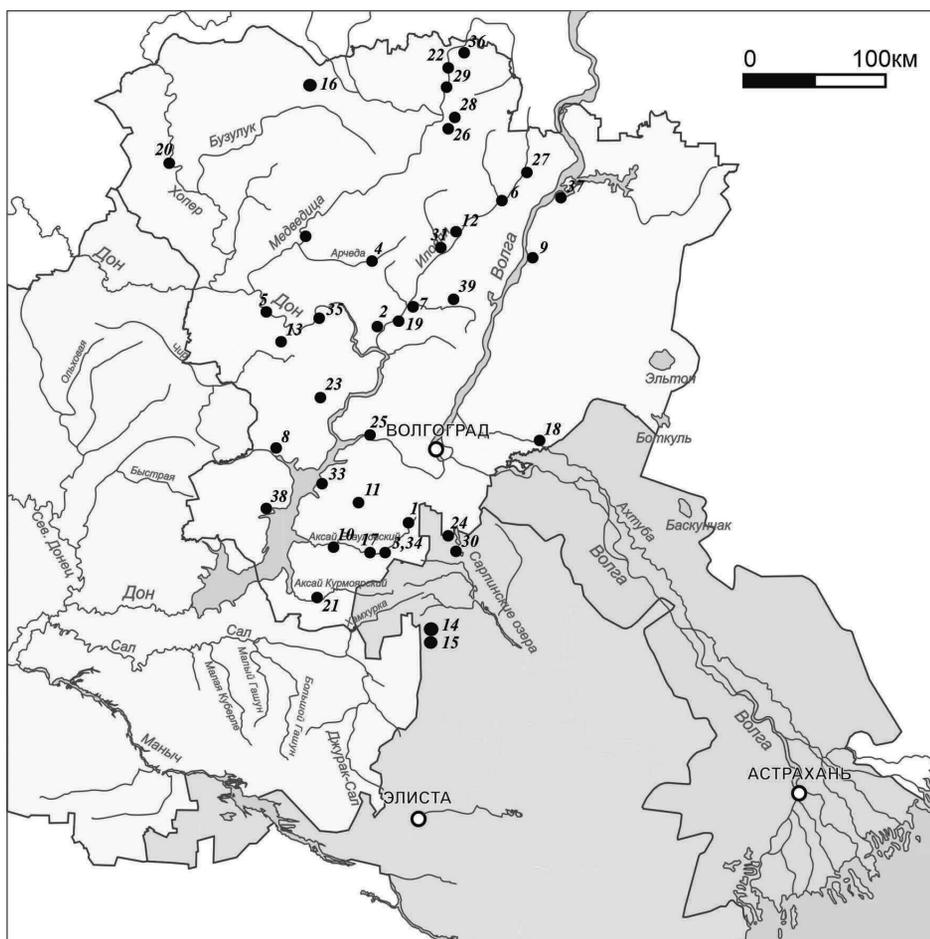


Рисунок 1. Локализация археологических памятников, из которых происходят материалы, используемые в исследовании. 1. Абганерово III; 2. Авиловский II; 3. Аксай I, III; 4. Арчедино-Чернушенский I; 5. Базки; 6. Барановка I; 7. Бердия; 8. О/к Ближнеосиновский I; 9. Быково I; 10. Водянский; 11. Громославка; 12. Гусевка II; 13. Евстратовский I; 14. Ергенинский I; 15. Ергеня I; 16. Золотая Гора; 17. Ковалевка I, II; 18. Колобовка IV; 19. Кондраши; 20. Красновский; 21. Ленина II; 22. Линево; 23. Майоровский; 24. Малые Дербеты II; 25. Мариновка; 26. Моисеево; 27. Мучной I; 28. Недоступов; 29. Нижняя Добринка II; 30. Озерки; 31. Ольховка I; 32. Орешки I; 33. Первомайский I, VII, VIII; 34. Перегрузное I; 35. Переркопка III, V; 36. Песковка I; 37. Политотдельское; 38. Попов I; 39. Усть-погожье.

Figure 1. Localization of archaeological sites, which the materials used in the study. 1. Abganerovo III; 2. Avilovsky II; 3. Aksai I, III; 4. Archedino-Chernushensky I; 5. Bazki; 6. Baranovka I; 7. Berdia; 8. Single kurgan Blizhneosinovsky I; 9. Bykovo I; 10. Vodiansky; 11. Gromoslavka; 12. Gusevka II; 13. Evstratovsky I; 14. Ergeninsky I; 15. Ergenya I; 16. Zolotay Gora; 17. Kovalevka I, II; 18. Kolobovka IV; 19. Kondrashi; 20. Krasnovsky; 21. Lenin II; 22. Linevo; 23. Mayorovsky; 24. Malye Derbets II; 25. Marinovka; 26. Moiseevo; 27. Muchnoy I; 28. Nedostupov; 29. Nizniya Dobrinka II; 30. Ozerki; 31. Olkhovka I; 32. Oreshki I; 33. Pervomaisky I, VII, VIII; 34. Perergruznoe I; 35. Pererkopka III, V; 36. Peskovka I; 37. Politotdelskoe; 38. Popov I; 39. Ust-pogozhye.

Таблица 1. Частоты встречаемости некоторых патологических состояний, фиксируемых на зубной системе человека и черепной коробке населения эпохи средней бронзы без деформации головы и преднамеренной искусственной деформацией  
 Table 1. The frequency of occurrence of some pathological conditions recorded on the human dental system and the cranium of the population of the Middle Bronze Age without head deformation and deliberate artificial deformation

Признаки	Взрослые						Дети/подростки					
	Недеформированные черепа/ 76			Деформированные черепа/ 32			Недеформированные черепа/ 40			Деформированные черепа/ 9		
	n	%	p-value	n	%	p-value	n	%	n	%	n	%
			M-U			$\chi^2$						$\chi^2$
Кариес	1	1,3	0,53	0	0	0,514	–	–	–	–	–	–
Абсцесс	10	13	0,93	4	13	0,925	–	–	–	–	–	–
Зубной камень	55	72	0,33	26	81	0,33	18	45	5	55,6	0,582	0,566
Эмалевая гипоплазия	27	36	0,85	12	38	0,845	7	17,5	3	33,3	0,3000	0,287
Прижизненная утрата зубов	11	15	0,28	8	25	0,354	–	–	–	–	–	–
Пародонтоз	15	20	0,81	7	22	0,801	–	–	–	–	–	–
Сколы эмали	33	43	0,13	19	59	0,129	–	–	–	–	–	–
Патологическая стертость	35	46	0,61	13	41	0,604	–	–	–	–	–	–
Дегенрат. изм. нижнечелюстн. сустава	28	37	0,12	17	54	0,117	–	–	–	–	–	–
Краниостеноз	6	7,9	0,1	6	19	0,101	–	–	–	–	–	–
Остеомы	8	11	0,46	5	16	0,457	–	–	–	–	–	–
Пальцевидные вдавления	33	43	0,54	16	50	0,53	12	30	5	55,6	0,154	0,146
Васкулярная реакция	38	50	0,08	22	69	0,073	–	–	–	–	–	–
<i>Cribra orbitalis</i>	2	2,6	0,9	1	3,1	0,886	13	32,5	2	22,2	0,561	0,546
Поротический гиперостоз костей свода черепа	0	0	0,13	1	3,1	0,121	3	7,5	1	11,1	0,744	0,721
Пороз	1	1,3	0,53	0	0	0,514	18	45	3	33,3	0,537	0,522
ВЛГ	11	15	0	13	41	0,002	–	–	–	–	–	–
Воспалительный процесс на черепе	2	2,6	0,13	3	9,4	0,127	4	10	2	22,2	0,328	0,312
Травмы лицевого отдела черепа	7	9,2	0,17	6	19	0,164	–	–	–	–	–	–
Травмы свода черепа	6	7,9	0,04	7	22	0,041	–	–	–	–	–	–
Травматизм черепа	13	17	0,02	12	38	0,021	–	–	–	–	–	–
ЭНСП	1	1,3	0	5	16	0,003	–	–	–	–	–	–

Примечания. M-U – Манна-Уитни;  $\chi^2$  – Хи-квадрат Пирсона

Есть продолжение / Continued

Продолжение Таблицы 1  
Table 1 continued

Признаки	Мужчины						Женщины					
	Недеформированные черепа/ 25			Деформированные черепа/ 52			Недеформированные черепа/ 7			Деформированные черепа/ 24		
	n	%	p-value	n	%	p-value	n	%	p-value	n	%	p-value
Кариес	0	0	0,506	1	1,9	0,485	0	0	—	0	0	—
Абсцесс	3	12	0,436	10	19,2	0,428	1	14,2	0,076	0	0	0,059
Зубной камень	19	76	0,93	39	75	0,924	7	100	0,087	16	66,7	0,076
Эмалевая гипоплазия	10	40	0,776	19	36,5	0,769	2	28,6	0,838	8	33,3	0,812
Прижизненная утрата зубов	6	24	0,785	11	21,2	0,778	2	28,6	0,065	1	4,2	0,055
Пародонтоз	6	24	0,935	12	23,1	0,929	1	14,3	0,935	3	12,5	0,901
Сколы эмали	17	68	0,104	25	48,1	0,101	2	28,6	0,838	8	33,3	0,813
Патологическая стертость	11	44	0,522	27	51,9	0,515	2	28,6	0,838	8	33,3	0,812
Дегенрат. изм. нижнечелюстн. сустава	13	52	0,267	20	38,5	0,261	4	57,1	0,275	8	33,3	0,255
Краниостеноз	4	16	0,149	3	5,8	0,144	2	28,6	0,335	3	12,5	0,309
Остеомы	3	12	0,866	7	13,5	0,858	2	28,6	0,065	1	4,2	0,055
Пальцевидные вдавления	12	48	0,644	22	42,3	0,637	4	57,1	0,623	11	45,8	0,598
Васкулярная реакция	19	76	0,163	31	59,6	0,158	3	42,9	0,521	7	29,2	0,495
<i>Cribra orbitalia</i>	0	0	0,506	1	1,9	0,485	1	14,3	0,375	1	4,2	0,338
Порогический гиперостоз костей свода черепа	0	0	—	0	0	—	1	14,2	0,076	0	0	0,059
Пороз	0	0	0,506	1	1,9	0,485	0	0	—	0	0	—
ВЛГ	11	44	0,007	8	15,4	0,006	2	28,6	0,335	3	12,5	0,309
Воспалительный процесс на черепе	1	4	0,157	0	0	0,147	2	28,6	0,179	2	8,3	0,159
Травмы лицевого отдела черепа	4	16	0,422	5	9,6	0,414	2	28,6	0,179	2	8,3	0,159
Травмы свода черепа	5	20	0,21	5	9,6	0,204	2	28,6	0,065	1	4,2	0,055
Травматизм черепа	9	36	0,114	10	19,2	0,109	3	42,9	0,085	3	12,5	0,073
ЭНСП	4	16	0,02	1	1,9	0,019	1	14,2	0,076	0	0	0,059

При сравнении встречаемости патологий зубов и нижней челюсти в суммарных группах взрослых индивидов без деформации и с деформированными черепами, удалось устано-

вить, что в случае с такими состояниями, как прижизненная утрата зубов, прижизненные сколы на коронках зубов, а также дегенеративные изменения в области нижнечелюстного сустава,

частоты данных отклонений несколько выше в выборке деформантов (табл. 1). Аналогичная картина характерна и при сравнении серий без деформации и с деформацией черепа, но разделенных по половому признаку. Статистических различий в суммарной группе, а также в мужской и женской выборках, в характере встречаемости патологий на зубах и челюстях выявлено не было. Также отметим, что такие патологические состояния, как кариес, абсцессы и патологическая стертость эмали зубов у индивидов без деформации черепа наблюдаются несколько чаще.

Для выявления возможного влияния деформирующей конструкции на характер проявления патологий зубочелюстной системы сравнивались также детские капсулы без следов деформации черепа и с признаками искусственного изменения формы черепной коробки. Однако в данном случае, серии можно было сопоставить только по одному признаку – наличию зубного камня. Частота его встречаемости выше у детей с искусственной деформацией, но статистически она не прослеживается (табл. 1).

У детей с деформацией чаще встречается и такое патологическое состояние на зубах, как эмалевая гипоплазия, которая является маркером стресса, связанного с нарушением или задержкой ростовых процессов [Бужилова 1995, с. 101]. Но, как и в случае с зубным камнем, достоверных различий вновь не выявлено (табл. 1).

Теперь остановимся на других патологических состояниях, часть из которых связана с нарушением ростовых процессов, нарушениями обмена веществ, расстройствами эндокринной системы, а также с негативным воздействием факторов окружающей и социальной среды.

Практически по всем признакам в группе деформированных черепов, частоты встречаемости различного рода патологических состояний выше, нежели в серии с недеформированными черепами. Причем, это касается как признаков, указывающих на наличие нарушений, связанных с ростовыми процессами (эмалевая гипоплазия), так и патологиями, возникающими под воздействием эндогенных и экзогенных факторов, окружающей и социальной среды (криниостеноз, остеомы, васкулярная реакция, экзостозы ушного канала, травмы черепа различной лока-

лизации). Такая направленность в завышении частот встречаемости патологических состояний наблюдается не только в суммарной группе взрослых индивидов, но и в выборках, сформированных по половому признаку (табл. 1).

В то же время только по трем показателям в серии взрослых индивидов наблюдаются достоверные различия между недеформированными и деформированными черепами. Так, у индивидов с деформированной головой статистически чаще наблюдаются внутренний лобный гиперостоз, новообразования в наружном слуховом проходе, а также травмы свода черепа (рис. 2: 3, 4; 5). В результате сравнительного анализа встречаемости патологий в разнополых группах, направленность в завышении частот их проявления сохраняется. Однако, достоверно различия в проявлении лобного гиперостоза и экзостоза наружного слухового прохода наблюдаются только в мужской группе, в то время как в женской группе эти значения находятся на пограничном уровне и статистические различия уже не выявляются. Такая особенность женской серии может быть объяснена малочисленностью деформированных черепов по сравнению с мужской выборкой.

Анализ таблицы корреляций зависимостей встречаемости по 14 патологическим признакам, позволила выявить высокую степень взаимосвязи деформации черепа с такими патологическими состояниями, как внутренний лобный гиперостоз и экзостоз наружного слухового прохода (табл. 2).

Распределение частот встречаемости патологических состояний на черепах детей и подростков с деформацией и без нее показало, что значимые различия, как и в случае с отклонениями на зубочелюстной системе, отсутствуют. Однако у неполовозрелых индивидов, как и у взрослых, сохраняется тенденция более высокой частоты встречаемости таких патологий, как пальцевидные вдавления на костях свода черепа со стороны эндокрана, поротический гиперостоз костей свода черепа и воспалительные процессы костей свода черепа на мозговых капсулах с преднамеренной искусственной деформацией.

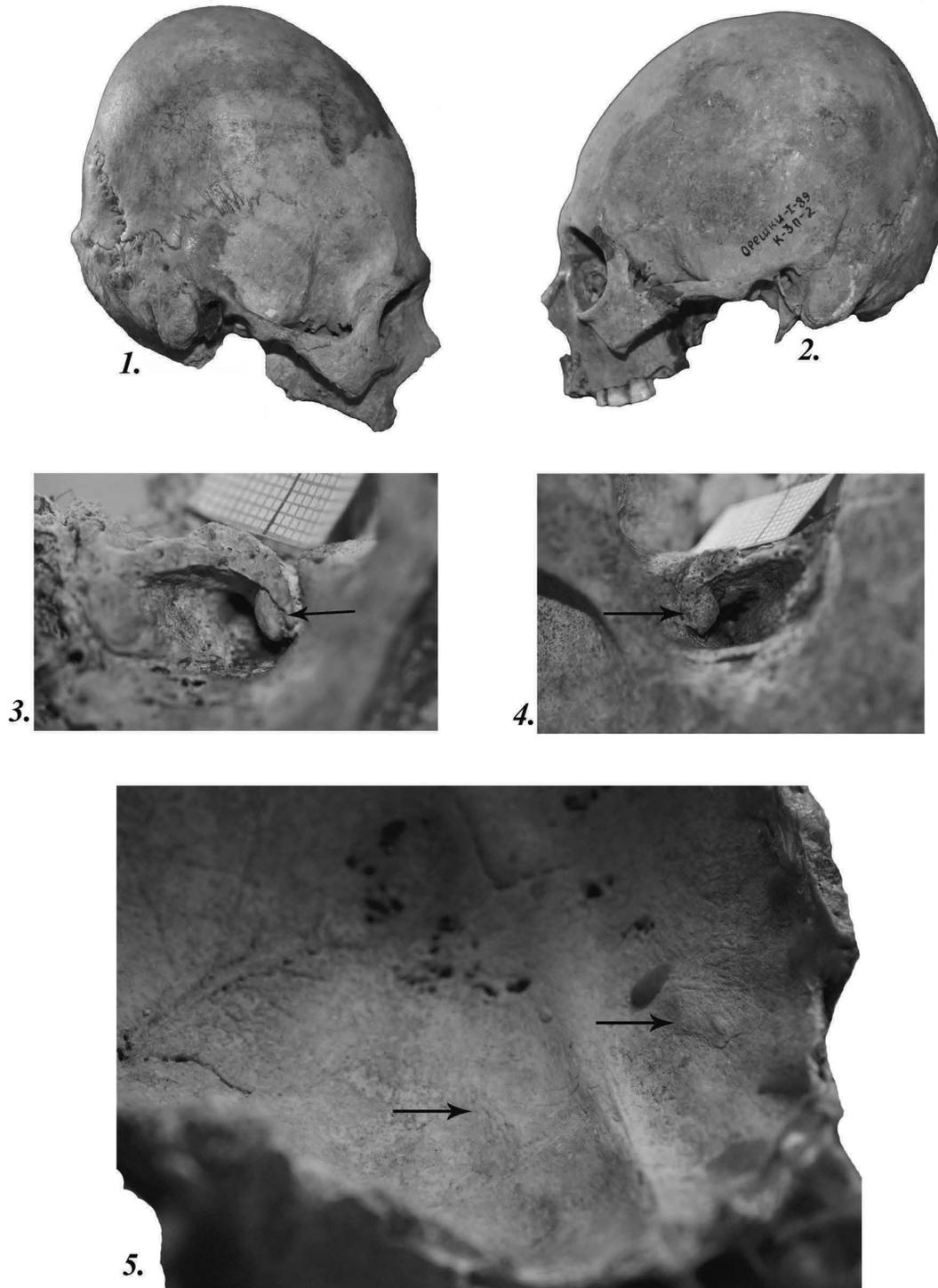


Рисунок 2. 1. – деформированный череп из могильника Первомайский VII; 2. – деформированный череп из могильника Орешки-I; 3, 4 – экзостоз наружного слухового прохода у мужчины из погребения 9 кургана 1 могильника Базки; 5 – внутренний лобный гиперостоз у мужчины из погребения 1 кургана 18 могильника Орешки I

Figure 2. 1. - deformed skull from the Pervomayskiy VII burial ground; 2. - deformed skull from the Oreshki-I burial ground; 3, 4 – exostosis of the external auditory canal in a man from burial 9, mound 1, Bazki burial ground; 5 – exostosis of the external auditory canal in a man from burial 1, kurgan 18, Oreshki I burial ground



## Обсуждение

В антропологической литературе ранее высказывалось мнение о влиянии преднамеренной искусственной деформации на лицевой отдел черепа [Шевченко, 1986, с. 183-184; Хохлов, 2006, с. 51; Батиева, 2008, с. 28; Казарницкий, 2012, с. 11; Балабанова, 2018, с. 225]. Что же касается патологических исследований влияния деформации на лицевой скелет и зубную систему, то впервые информацию об этом мы находим в работе А. Бьерк и Л. Бьерк, которые указывали, что преднамеренная искусственная деформация могла приводить к развитию различных патологических состояний зубочелюстной системы [Vjork, Vjork, 1964, p. 354]. А.П. Бужилова, исследовав костные материалы джетысарской культуры могильника Косасар-2, предположила, что под воздействием преднамеренной деформации зубочелюстная система людей могла подвергаться серьезным изменениям, которые проявлялись в виде сильной стертости резцов из-за формирования неправильного прикуса [Бужилова, 2006, с. 173]. М. Окамура, исследовав деформированные черепа доколумбового периода с территории Перу, установил, что для них характерны высокие частоты встречаемости прижизненной утраты зубов, кариеса, а также пародонтита [Okumura, 2014, p. 23].

В случае с деформированными черепами населения культур эпохи средней бронзы, для сравниваемых групп населения без искусственной деформации и со следами преднамеренной модификации головы, в обоих случаях характерны высокие частоты встречаемости зубного камня, прижизненных сколов эмали на коронках зубов, патологическая стертость эмали и дегенеративных изменений в области нижнечелюстного сустава (табл. 1). В то же время, отмечается практически полное отсутствие кариеса и низкие частоты распространения абсцессов и признаков пародонтита. Данное распределение патологий зубочелюстной системы, вероятнее всего, отражает специфику диетной специализации населения, которое жило в степных пространствах Нижнего Поволжья и вело кочевой образ жизни. Отсутствие статистических различий во встречаемости патологических состояний зубочелюстной системы у индивидов без деформации головы и с ее наличием, говорит о том, что де-

формирующая конструкция не приводила к развитию серьезных заболеваний зубов и нижнечелюстного сустава, как у детей, так и у взрослых.

В настоящее время практически никем не оспаривается тот факт, что различные способы деформирования головы в той или иной степени влияют на повышение частот встречаемости эпигенетических признаков, о чем свидетельствуют работы таких исследователей, как Н.С. Оссенберг [Ossenberg, 1970], А.Г. Козинцев [Козинцев, 1988], П.С. Герцен [Gertzen, 1993] и многих других. В целом ряде публикаций указывается на то, что давление деформирующей конструкции могло приводить к нарушению процесса сроков облитерации черепных швов как в сторону задержки, так и ускорения [Худавердян, 1997; Бужилова, 2006; Перерва, 2013; Балабанова, 2018; The Cambridge ..., 1998].

Однако, в случае с краниосиностозами в исследуемой серии, датирующейся эпохой средней бронзы, установить влияние деформации на развитие данной патологии не удалось. Хорошо известно, что краниосиностоз – это заболевание, характеризующееся врожденным отсутствием швов черепа или их преждевременным зарастанием [Курмаева с соавт., 2019, с. 100]. Практически все врачи и антропологи сходятся во мнении, что можно выделить два основных комплекса причин развития преждевременного зарастания черепных швов: 1) врожденные или генетические, или хромосомные аномалии; 2) экзогенные факторы или так называемые вторичные причины: тератогенные факторы – радиация, вирусы; механические причины – внутриутробное воздействие на череп ребенка, [Зайченко с соавт., 2011, с. 568]. Также исследователи сходятся во мнении, что основным сопутствующим состоянием, сопровождающим краниосиностоз – это признак внутричерепной гипертензии в виде «пальцевидных вдавлений» [Котлунов, Бельчинко, 2013, с. 53].

Одной из первых работ, в которых говорится о том, что преднамеренная деформация черепа могла приводить к нарушениям работы головного мозга и развитию других патологий является исследование В.В. Бобина, который высказал предположение о том, что модификация головы приводила к головным болям, душевным болезням и эпилепсии [Бобин, 1957, с. 46].

Ц. Беречки и А. Марчек в работе, посвященной изучению традиции деформирования головы на территории Древней Венгрии, высказали предположение, что деформация могла иметь патологические последствия в виде повышения развития болезней нервной системе [Беречки, Марчек, 2006, с. 114].

Н.П. Маклецова в результате рентгенологического исследования серии деформированных черепов с территории южнорусских степей определила, что давление на кости, которое создает деформирующая конструкция при ее применении, могла стимулировать развитие гипертензивных процессов и приводить к сохранению пальцевидных вдавлений у взрослых [Маклецова, 1974, с. 172]

М.А. Балабанова и А.В. Сычева обратили внимание, что среди патологий, выявленных на деформированных черепах позднесарматской культуры, наблюдается высокий процент встречаемости пальцевидных вдавлений, указывающие на развитие интракраниальной гипертензии [Балабанова с соавт., 2006, с. 158-160].

Аналогичная картина была установлена и автором данной работы при рентгенологическом исследовании деформированных черепов эпохи средней бронзы и Золотоордынского времени с территории Нижнего Поволжья. В обоих случаях на рентгенограммах модифицированных мозговых капсул наряду с сохранением пальцевидных вдавлений наблюдаются и другие признаки внутричерепной гипертензии в виде усиления сосудистого рисунка на теменных костях, расширения вен диплоэ и венозных выпускников [Перерва, 2013, с. 152; 2015, с. 109].

В исследуемой серии частоты встречаемости пальцевидных вдавлений высоки, причем, как в выборке с деформацией головы, так и без нее. Если рассматривать группы взрослых индивидов, то можно заметить, что половых различий в распространении маркера высокого внутричерепного давления не фиксируется, так же, как и не выявляются достоверные различия между деформированными и недеформированными черепами, что подтверждается анализом таблицы корреляций Спирмена (табл. 2). Аналогичная картина наблюдается и при сравнении детских серий деформированных и недеформированных черепов. Установленные обстоятель-

ства указывают на то, что встречаемость пальцевидных вдавлений у населения эпохи средней бронзы является отражением нормальной изменчивости в проявлении данного признака.

Остановимся еще на нескольких маркерах стресса, которые исследователи в той или иной степени пытались связать с воздействием деформации черепа. Так, С. Хилгеман проведя исследование зависимости встречаемости поротического гиперостоза и искусственной деформации на материалах доисторического времени с территории юго-западной Индианы, сделал вывод о том, что такой маркер стресса как поротический гиперостоз имеет прямую корреляцию с присутствием на черепе следов преднамеренной деформации черепа [Hilgeman, 1988, p. 83].

Группой исследователей было высказано предположение, что в некоторых случаях специфическое наложение деформирующей конструкции на голову ребенка могло приводить к развитию воспалительных процессов на костной ткани, а также и к летальному исходу [Mendonca de Souza et al., 2008, p. 52].

В результате сравнительного анализа встречаемости патологических состояний в исследуемой группе не зафиксировано корреляционных связей между признаками, связанными с нарушениями гематогенного и воспалительного характера с деформацией черепа. Статистические различия при сравнении недеформированных черепов с деформированными мозговыми капсулами не проявляются ни в одной выборке. В детской серии частоты встречаемости *cribra orbitalia* на недеформированных черепах даже выше, чем у деформированных.

Теперь обратимся к тем патологическим состояниям, по которым в результате сравнения недеформированных и деформированных черепов эпохи средней бронзы, выявились достоверные различия: внутренний лобный гиперостоз, экзостоз наружного слухового прохода, травмы черепа.

В первом случае речь идет о маркере синдрома Морганьи – Стюарта – Мореля, причина развития которого в настоящее время однозначно не установлена, но обычно отождествляется с нарушениями организма метаболического и гормонального характера [Бужилова, Соколова, 2006; Flohr, Witzel, 2011].

Предположение о влиянии искусственной деформации или каких-либо иных механических повреждений на развитие лобного гиперостоза впервые было высказано А.П. Бужиловой с соавторами [Бужилова с соавт., 2005, с. 210]. Отдельное исследование этой проблемы также было осуществлено А.П. Бужиловой совместно с М.А. Соколовой. Авторы высказали мнение, что для населения позднесарматской культуры раннего железного века, у которого обычай преднамеренной искусственной деформации практиковался еще более широко, чем в эпоху средней бронзы, эндокринно-обменные нарушения выражены крайне ярко [Бужилова, Соколова, 2006, с. 193]. Впоследствии в научной литературе появился ряд исследований, в которых поддерживается точка зрения о возможной взаимосвязи гормональных нарушений в организме людей с деформированием головы [Балабанова, Сычева, 2006; Беречки, Марчек, 2006; Перерва, 2013; Перерва, 2018].

В случае с лобным гиперостозом на черепах эпохи средней бронзы отмечается сходная тенденция, которая была зафиксирована и на материалах раннего железного века при рассмотрении половозрастных зависимостей. Так, А.П. Бужилова и М.А. Соколова указали на половую направленность проявления лобного гиперостоза, который в основном присутствуют у мужчин сарматов, что с одной стороны не соответствует современным тенденциям в проявлении патологии, а с другой находит аналогии с исследуемой серей эпохи средней бронзы Нижнего Поволжья [Бужилова, Соколова, 2006]. Так

же, как и у сарматов II-IV вв. н.э., которые применяли обычай преднамеренной искусственной деформации, у населения катакомбного времени Нижнего Поволжья внутренний лобный гиперостоз встречается чаще у мужчин, причем в ряде случаев зафиксирован он на черепах молодых индивидов (табл. 1). Оценка возрастных зависимостей проявления гиперостоза лобной кости в сравниваемых группах, показала, что данное патологическое состояние статистически чаще встречается в возрастной когорте *maturus* и в группе недеформированных и в выборке деформированных черепов (табл. 3).

Наблюдается такая тенденция и в разнополых сериях. У женщин лобный гиперостоз встречается только у индивидов старше 35 лет. У мужчин возрастная направленность сохраняется, однако статистически не подтверждается. В то же время у всех индивидов мужского пола, достигших возрастной когорты *senilis* выявлены признаки синдрома Морганьи – Стюарта – Мореля.

Наличие общей возрастной направленности в проявлении внутреннего лобного гиперостоза у населения с деформацией и без деформации черепа, указывает на то, что факторы, стимулирующие развитие данной патологии, у них были одинаковые. В связи с этим высказываем предположение, что повышения частот встречаемости внутреннего лобного гиперостоза на черепах с преднамеренной искусственной деформацией эпохи средней бронзы не обязательно является следствием применения модифицирующей конструкции в детском возрасте. Вероятно, причину широкого распространения данной патоло-

**Таблица 3. Возрастные зависимости во встречаемости внутреннего лобного гиперостоза в исследуемых группах эпохи средней бронзы**  
**Table 3. Age dependencies in the occurrence of hyperostosis frontalis interna in the studied groups of the Middle Bronze Age**

Внутренний лобный гиперостоз, возраст/группы	<i>Juvenis</i>	<i>Adultus</i>	<i>Maturus</i>	<i>Senilis</i>	Значение критерия $\chi^2$	<i>p-value</i> <sup>1</sup>
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)		
Деформированные черепа	–	1(9%)	10(59%)	2(100%)	6,21668	0,01265
Недеформированные черепа	0(0%)	2(5%)	7(25%)	2(100%)	5,85505	0,15532
Мужчины с деформацией черепа	–	1(14%)	8(57%)	2(100%)	3,50000	0,06137
Мужчины без деформации черепа	0(0%)	2(7%)	4(20%)	2(100%)	1,76327	0,18422
Женщины с деформацией черепа	–	0(0%)	2(67%)	–	–	–
Женщины без деформации черепа	0(0%)	0(0%)	3(38%)	–	–	–

гии у населения, практикующего обычай модификации головы, следует искать в социально-культурных факторах (специфика диеты, профессиональная специализация, образ жизни).

Относительно экзостоза наружного слухового прохода в научной литературе также имеются сведения о том, что появление его в той или иной мере могло быть стимулировано воздействием искусственной деформацией головы. Так одним из первых антропологов, связавшим экзостоз ушного канала с деформацией черепа, был Р. Вирхов [Virchow, 1885]. Аналогичной точки зрения придерживались Г. Джексон [Jackson, 1909], Ёттекинг (1930) и Остман (1930) [Приводится по: The cambridge ..., 1998, p.255].

Однако, в настоящее время исследователи склоняется к тому, что основными причинами развития этой патологии являются факторы, связанные с профессиональной деятельностью индивидов или негативным воздействием окружающей среды, например, холодной воды или ветра [Godde, 2010; Lobo, 2015].

Ранее уже были описаны 4 случая экзостоза наружного слухового прохода на деформированных черепах катакомбной культуры. В результате их исследования было сделано предположение, что появление этого патологического состояния у населения эпохи средней бронзы Нижнего Поволжья могло быть связано как с миграциями населения из зон Кавказа и Северного Причерноморья, так и со специфической деятельностью определенной социальной группы [Перерва, Дьяченко, 2017, с. 72-73].

Отличаются между собой серии недеформированных и деформированных черепов катакомбного времени Нижнего Поволжья и по такому критерию как травматизм. Завышенные частоты встречаемости травм черепа, характерны для мозговых коробок с деформацией, но статистические дисгармонии проявляются только при сравнении суммарных выборок взрослых индивидов (табл. 1).

Выявленные различия между рассматриваемыми выборками по признаку, связанному с возможной профессиональной специализацией части населения эпохи средней бронзы – экзостозу наружного слухового прохода, а также по маркеру социально-культурной активности – травматизму, позволяют сделать предположе-

ние о том, что практика обычая преднамеренной деформации головы могла играть социально-разграничительную функцию в этот исторический период. Так М.А. Балабанова, оценивая антропологический аспект обычая искусственной деформации черепа у населения эпохи средней бронзы Нижнего Поволжья и сопредельных территорий, ранее высказывала мнение о маркирующем значении модификации головы у части населения катакомбного времени. Исследователь считает, что у населения эпохи средней бронзы деформация черепа обозначала социальную и этническую принадлежность [Балабанова, 2018, с. 225].

### Заключение

В результате проведенного сравнительного анализа серии черепов без деформации с группой деформированных черепов, происходящих из подкурганых захоронений эпохи средней бронзы Нижнего Поволжья, было установлено следующее.

Предположение о воздействии преднамеренной искусственной деформации на интенсивное развитие патологических состояний зубочелюстной системы на исследуемых материалах не находит, подтверждение.

Отсутствие статистических различий по большей части патологических состояний, связанных с ростовыми процессами, развитием гипертонии, воспалительными процессами и механизмами, вызывающими нарушение обмена веществ, указывает на то, что искусственная деформация не оказывала существенного влияния, на развитие отклонений данного характера.

Патология, которая, возможно, могла стимулироваться воздействием искусственной деформации, является внутренним лобным гиперостозом. В то же время, отсутствие различий в возрастной направленности в проявлении данного состояния между сравниваемыми группами не позволяет однозначно ответить на данный вопрос. Высока вероятность, того, что широкое распространение внутреннего лобного гиперостоза на деформированных черепах эпохи средней бронзы, стало следствием иного социального статуса этой группы, которая отличалась от большей части населения, не практиковавшего данный обычай, по таким критериям как диета,

профессиональная деятельность, образ жизни. В связи с чем, необходимо дальнейшее изучение показателей встречаемости данной патологии в сравнительном контексте между недеформированными черепными коробками и деформированными, в культурах, где была распространена традиция модификации головы.

Статистические различия между деформированными и недеформированными черепами эпохи средней бронзы выявлены еще по двум признакам экзостоз наружного слухового прохода и травматизм черепной коробки. Появление данных состояний, определяется воздействием средовых и социокультурных факторов, указывая на то, что в этих случаях искусственная деформация, скорее всего, является маркером социальной или этнической принадлежности населения, практиковавшего данный обычай.

Таким образом, следует поддержать ранее высказанную исследователями точку зрения [Маклецова, 1974; Балабанова, Сычева, 2006], что искусственная деформация черепа вполне совместима с нормальным состоянием здоровья и жизнедеятельностью человека.

### Благодарности

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 22-18-00194 «Эпохальная трансформация культурного и физического облика населения юга Среднего Поволжья и Приуралья в период неолит – ранний железный век по источникам археологии, антропологии, генетики».

### Библиография

*Балабанова М.А., Сычева А.В.* Рентгенологическое исследование позднесарматских черепов // Искусственная деформация головы человека в прошлом Евразии. OPUS: Междисциплинарные исследования в археологии, 2006. № 5. С. 152–163.

*Балабанова М.А.* Антропологический аспект обычая искусственной деформации черепа у населения эпохи средней бронзы Нижнего Поволжья и сопредельной территории // Самарский научный вестник, 2018. Т. 7. №4 (25). С. 219–227.

*Батиева Е.Ф.* К вопросу об искусственной деформации черепа на Нижнем Дону в эпоху средней бронзы // Актуальные направления антропологии. Сборник, посвященный юбилею академика РАН Т. И. Алексеевой. М.: ИА РАН, 2008. С. 26–33.

*Беречки Ц., Марчек А.* Искусственная деформация черепа в Венгрии // Искусственная деформация головы человека в прошлом Евразии. OPUS: Междисциплинарные исследования в археологии, 2006. № 5. С. 96–114.

*Бобин В.В.* Искусственно деформированные черепа, найденные при раскопках в Крыму // Труды кафедр нормальной анатомии и гистологии с эмбриологией. Симфинополь, 1957. С. 46–73.

*Бужилова А.П.* Древнее население: (Палеопатологические аспекты исследования). М.: ИА РАН, 1995. 198 с.

*Бужилова А.П.* Биоархеологические подходы к изучению деформированных черепов из Приаралья (по антропологическим материалам могильника Коса-сар-2) // Искусственная деформация головы человека в прошлом Евразии. OPUS: Междисциплинарные исследования в археологии, 2006. № 5. С. 164–177.

*Бужилова А.П., Соколова М.А.* Палеопатологический анализ серий с искусственно деформированными черепами (по материалам сарматского периода) // Искусственная деформация головы человека в прошлом Евразии. OPUS: Междисциплинарные исследования в археологии, 2006. № 5. С. 188–197.

*Бужилова А.П., Соколова М.А., Перерва Е.В.* Об эндокринных нарушениях у кочевых народов (на примере отдельных представителей сарматской культуры) // OPUS Междисциплинарные исследования в археологии, 2005. № 4. С. 203–216.

*Зайченко А.А., Коченкова О.В., Анисимова Е.А., Анисимов Д.И., Лукин О.Ю.* Закономерности облитерации зубчатых швов черепа человека (обзор) // Саратовский научно-медицинский журнал, 2011. Т. 7. № 3. С. 567–572.

*Казарницкий А.А.* Население азово-каспийских степей в эпоху бронзы (антропологический очерк). СПб.: Наука, 2012. 264 с.

*Казарницкий А.А., Капинус Ю.О., Григорьев А.П.* Об искусственной деформации черепов степных культур эпохи бронзы // Stratum plus, 2021. №2. С. 307-318.  
*Козинцев А. Г.* Этническая краниоскопия. Л.: Наука, 1988. 185 с.

*Колтунов Д.Е., Бельченко В.А.* Диагностика синдромальных форм краниосиностозов // Вопросы практической педиатрии, 2013. Т. 8. №3. С. 52–55.

*Курмаева Е.А., Кулакова Г.А., Соловьева Н.А.* Краниосиностоз в практике участкового педиатра // Российский вестник перинатологии и педиатрии, 2019. № 64 (2). С. 100–101.

*Маклецова Н.П.* Рентгенологическое изучение искусственно деформированных черепов древних эпох из Средней Азии и Поволжья // Проблемы этнической антропологии и морфологии человека. Л.: Изд-во ЛГУ, 1974. С. 165–172.

*Перерва Е.В., Моисеев В.И.* Внутренний лобный гиперостоз на костных останках сарматов Нижнего Поволжья и Нижнего Дона (к вопросу о причинах проявления эндокринных нарушений у кочевников раннего железного века) // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 4, История. Регионоведение. Международные отношения, 2018. Т. 23. № 6. С. 18–43.

*Перерва Е.В.* Рентгенологическое исследование деформированных черепов эпохи средней бронзы с территории Нижнего Поволжья: (Палеопатологический аспект) // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 4, История. Регионоведение. Международные отношения, 2013. Т. 24. № 2. С. 7–19.

Перерва Е.В., Балабанова М.А., Зубарева Е.Г. Коллекция искусственно деформированных черепов научно-учебного кабинета-музея антропологии Волгоградского государственного университета (Палеоантропология): научное издание. Волгоград. Изд-во ФГБОУ ВПО Волгоградский филиал РАНХиГС, 2013. 116 с.

Перерва Е.В., Дьяченко А.Н. Маркер стресса или миграций (К вопросу об интерпретации экзостоза слухового прохода на костных материалах населения эпохи средней бронзы из могильников Нижнего Поволжья) // Вестник археологии, антропологии и этнографии, 2017. № 4 (39). С. 61–78.

Хохлов А.А. Черепа с искусственной деформацией эпохи бронзы Волго-уральского региона // Искусственная деформация головы человека в прошлом Евразии. ОПУС: Междисциплинарные исследования в археологии, 2006. № 5. С. 47–52.

Худавердян А.Ю. Биоархеологические подходы к изучению следов искусственного воздействия на череп (на примере популяций эпохи бронзы и раннего

железного века с территории Армении) // Вестник археологии, антропологии и этнографии, 2016. № 1 (32). С. 101–112.

Худавердян А.Ю. Искусственно деформированные черепа и зубы из могильника Бениамин // Вестник общественных наук, 1997. № 2 (595). С. 138–144.

Шевченко А.В. Антропология населения южнорусских степей в эпоху бронзы // Антропология современного и древнего населения Европейской части СССР. Л.: Наука, 1986. С. 121–215.

#### Информация об авторе

Перерва Евгений Владимирович, к.и.н.; ORCID ID: 0000-0001-8285-4461; evgeniy.pererva@volsu.ru.

Поступила в редакцию 06.11.2022,  
принята к публикации 23.12.2022.

Pererva E.V.

*Volgograd State University, The Institute of History, International Relations and Social Technologies, Department of History and International Relations, Universitetsky prospect, 100, 400062 Volgograd, Russia*

## REVISITING PATHOLOGICAL CONDITIONS ON ARTIFICIALLY DEFORMED SKULLS OF THE MIDDLE BRONZE AGE FROM THE LOWER VOLGA REGION

**Introduction.** *The paper defines pathological conditions arguably developed as the result of the cranium deforming practices.*

**Material and methods.** *One hundred and fifty-eight brain capsules dating back to the Middle Bronze Age were studied; 42 showed traces of artificial deformation. Comparison of the series of normal and deformed skulls was carried out on the basis of 21 signs identified. The author compared frequencies of pathological conditions between the deformed and non-deformed skulls using nonparametric Mann-Whitney and Pearson's Chi-square ( $\chi^2$ ) tests. Thus, differences in the occurrence of traits in the two independent samples was assessed. Additionally, we tested the association between 14 features using Spearman's correlation coefficient ( $r$ -Spearman's).*

**Results.** *As a result of the comparative analysis, it was possible to establish statistically significant differences in the series of adult individuals between the non-deformed and deformed skulls in three following categories: hyperostosis frontalis interna, external exostosis of the auditory canal and injuries of the cranial vault. The identified pathological conditions are prevalent on the skulls artificially deformed skulls. No significant differences were identified between the compared groups of children and adolescents.*

**Conclusion.** *The absence of significant differences for most of the pathological conditions, such as the state of the dentition, growth processes, the development of intracranial hypertension, inflammatory processes and mechanisms that cause metabolic disorders, indicates that artificial deformation does not have a significant effect on the development of the pathology of this character. On the contrary, hyperostosis frontalis interna is a pathological condition that may have been stimulated by the impact of artificial deformation. The high incidence of external exostoses of the auditory canal and injuries on the deformed skulls are most likely markers of the social or ethnic affiliation of the population that practiced this custom.*

*It should be stated that, intentional artificial deformation of the cranium is quite compatible with a normal health state and human activity.*

**Keywords:** biological anthropology; archaeological materials; paleoanthropology; artificial cranial deformation; Middle Bronze Age; hyperostosis frontalis interna; exostoses of the external auditory canal; injuries

DOI: 10.32521/2074-8132.2023.1.102-117 (MUAB)

## References

Balabanova M.A., Sycheva A.V. Rentgenologicheskoe issledovanie pozdnesarmatskikh cherepov [Radiological investigation of the late sarmatian skulls with deliberate deformation]. *Iskusstvennaia deformatsiia golovy cheloveka v proshlom Evrazii. OPUS: Mezhdistsiplinarye issledovaniia v arkhologii* [Artificial deformation of human head in Eurasian past. OPUS: Interdisciplinary Investigation in Archaeology], 2006, 5, pp. 152–163. (In Russ.).

Balabanova M.A. Antropologicheskii aspekt obychaia iskusstvennoi deformatsii cherepa u naseleniia epokhi srednei bronzy Nizhnego Povolzhia i sopredelnoi territorii [Anthropological aspect of the artificial Skull deformation custom among the middle bronze age population of the Lower Volga region]. *Samarskii nauchnyi vestnik* [Samara journal of science], 2018, 7, 4 (25), pp. 219–227. (In Russ.).

Batieva E.F. K voprosu ob iskusstvennoi deformatsii cherepa na Nizhnem Donu v epokhu srednei bronzy [On the issue of artificial deformation of the skull on the Lower Don in the Middle Bronze Age]. In *Aktualnye napravleniia antropologii. Sbornik, posviashchennyi iubileiu akademika RAN T. I. Alekseevoi* [Actual directions of anthropology. Collection dedicated to the anniversary of Academician T. I. Alekseeva]. Moscow, IA RAN Publ., 2008, pp. 2633. (In Russ.).

Bereczki Zs., Marcsik A. Artificial cranial deformation in Hungary. *Iskusstvennaia deformatsiia golovy cheloveka v proshlom Evrazii. OPUS: Mezhdistsiplinarye issledovaniia v arkhologii* [Artificial deformation of human head in Eurasian past. OPUS: Interdisciplinary Investigation in Archaeology], 2006, 5, pp. 96–114.

Bobin V.V. Iskusstvenno deformirovannye cherepa, naidennye pri raskopkakh v Krymu [Artificially deformed skulls found during excavations in the Crimea]. *Trudy kafedr normalnoi anatomii i gistologii s embriologii* [Proceedings of the departments of normal anatomy and histology with embryology]. Simfiropol, 1957, pp. 46–73. (In Russ.).

Buzhilova A.P. *Drevnee naselenie (paleopatologicheskie issledovaniia)* [Ancient Population (Paleopathological Research)] Moscow, Izd-vo IA RAN, 1995. 189 p. (In Russ.).

Buzhilova A.P. Bioarkheologicheskie podkhody k izucheniiu deformirovannykh cherepov iz Priaralia (po antropologicheskim materialam mogilnika Kosasar-2) [Bioarchaeological approaches to the investigation of deformed skulls from the Aral sea region (Anthropological materials from cemetery Kosasar 2)]. *Iskusstvennaia deformatsiia golovy cheloveka v proshlom Evrazii. OPUS: Mezhdistsiplinarye issledovaniia v arkhologii* [Artificial deformation of human head in Eurasian past. OPUS: Interdisciplinary Investigation in Archaeology], 2006, 5, pp. 164–177. (In Russ.).

Buzhilova A.P., Sokolova M.A. Paleopatologicheskii analiz serii s iskusstvenno deformirovannyimi cherepami (po materialam sarmatskogo perioda) [Paleopathological analysis of the series with deliberately deformed skulls (According to the materials from the sarmatian period)].

*Iskusstvennaia deformatsiia golovy cheloveka v proshlom Evrazii. OPUS: Mezhdistsiplinarye issledovaniia v arkhologii* [Artificial deformation of human head in Eurasian past. OPUS: Interdisciplinary Investigation in Archaeology], 2006, 5, pp. 188–197. (In Russ.).

Buzhilova A.P., Sokolova M.A., Pererva E.V. Ob endokrinnykh narusheniakh u kochevykh narodov (na primere otdelnykh predstavitelei sarmatskoi kultury) [Concerning endocrine complications among nomadic peoples]. *OPUS Mezhdistsiplinarye issledovaniia v arkhologii* [OPUS: Interdisciplinary Investigation in Archaeology], 2005, 4, pp. 203–216. (In Russ.).

Zaichenko A.A., Kochenkova O.V., Anisimova E.A., Anisimov D.I., Lukin O.Iu. Zakonomernosti obliterationi zubchatykh shvov cherepa cheloveka (obzor) [Patterns of obliteration of serrated sutures of the human skull (review)]. *Saratovskii nauchno-meditsinskii zhurnal* [Saratov Scientific Medical Journal], 2011, 7 (3), pp. 567–572. (In Russ.).

Kazarnitskii A.A. *Naselenie azovo-kaspiiskikh stepei v epokhu bronzy (antropologicheskii ocherk)* [The population of the Azov-Caspian steppes in the Bronze Age (an anthropological essay)]. St. Petersburg, Nauka, 2012. 264 p. (In Russ.).

Kazarnitskii A.A., Kapinus U.O., Grigirev A.P. Ob iskusstvennoj deformatsii cherepov stepnykh kul'tur epokhi bronzy [On the artificial deformation of the skulls of the steppe cultures of the Bronze Age]. *Stratum plus* [Stratum plus], 2021, 2, pp. 307–318. (In Russ.).

Kozintsev A. G. Etnicheskaiia kranioskopiia [Ethnic craniocopy]. Leningrad, Nauka, 1988. 185 p. (In Russ.).

Koltunov D.E., Belchenko V.A. Diagnostika sindromalnykh form kraniosinostozov [Diagnosis of syndromal forms of craniosynostosis]. *Voprosy prakticheskoi pediatrii* [Questions of practical pediatrics], 2013, 8 (3), pp. 52–55. (In Russ.).

Kurmaeva E.A., Kulakova G.A., Soloveva N.A. Kraniosinostoz v praktike uchastkovogo pediatra [Craniosynostosis in the practice of a local pediatrician]. *Rossiiskii vestnik perinatologii i pediatrii* [Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics], 2019, 64 (2), pp. 100–101. (In Russ.).

Makletsova N.P. Rentgenologicheskoe izuchenie iskusstvenno deformirovannykh cherepov drevnikh epokh iz Srednei Azii i Povolzhia [X-ray study of artificially deformed skulls of ancient eras from Central Asia and the Volga region]. *Problemy etnicheskoi antropologii i morfologii cheloveka* [Problems of ethnic anthropology and human morphology]. Leningrad, LGU Publ., 1974, pp. 165–172. (In Russ.).

Pererva E.V., Moiseev V. I. Vnutrennii lobnyi giperostoz na kostnykh ostankakh sarmatov Nizhnego Povolzhia i Nizhnego Dona (k voprosu o prichinakh proiavleniia endokrinnykh narushenii u kochevnikov rannego zheleznogo veka) [Hyperostosis frontalis interna on the skeletal remains of the sarmatians of the Lower Volga and the lower don (to the question of causes of the endo-

crine disorders in the Early Iron Age)]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 4, Istorii. Regionovedenie. Mezhdunarodnye otnosheniia* [Science Journal of Volgograd State University. History. Area Studies. International Relations], 2018, 23 (6), pp. 18–43. (In Russ.).

Pererva E.V. Rentgenologicheskoe issledovanie deformirovannykh cherepov epokhi srednei bronzy s territorii Nizhnego Povolzhia: (Paleopatologicheskii aspekt) [X-ray screening of the artificially deformed skulls from the middle bronze age of the Low Volga region (Paleopathology aspect)]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 4, Istorii. Regionovedenie. Mezhdunarodnye otnosheniia* [Science Journal of Volgograd State University. History. Area Studies. International Relations], 2013, 24, 2, pp. 7–19. (In Russ.).

Pererva E.V., Balabanova M.A., Zubareva E.G. *Kollektsiya iskusstvenno deformirovannykh cherepov nauchno-uchebnogo kabineta-muzeya antropologii Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta (Paleoantropologiya): nauchnoe izdanie* [Collection of artificially deformed skulls of the scientific and educational cabinet-museum of anthropology, Volgograd State University (Paleoanthropology): scientific publication]. Volgograd. FGOBU VPO Volgograd branch of RANEPa Publ., 2013. 116 p. (In Russ.).

Pererva E.V., Diachenko A.N. Marker stressa ili migratsii (K voprosu ob intepretatsii ekzostoza slukhovogo prokhoda na kostnykh materialakh naseleniia epokhi srednei bronzy iz mogilnikov Nizhnego Povolzhia) [A stress or migration marker (a study of the auditory canal exostosis in the skeleton material of the middle bronze age population from the Lower Volga region burial grounds)]. *Vestnik arheologii, antropologii i etnografii* [Vestnik Arheologii, Antropologii i Etnografii], 2017, 4 (39), pp. 61–78. (In Russ.).

Khokhlov A.A. Cherepa s iskusstvennoi deformatsiei epokhi bronzy Volgo-uralskogo regiona [The bronze age skulls with artificial deformation from the Volga-Urals region]. *Iskusstvennaia deformatsiia golovy cheloveka v proshlom Evrazii. OPUS: Mezhdistsiplinarnye issledovaniia v arheologii* [Artificial deformation of human head in Eurasian past. OPUS: Interdisciplinary Investigation in Archaeology], 2006, 5, pp. 47–52. (In Russ.).

Khudaverdian A.Iu. Bioarkheologicheskie podkhody k izucheniiu sledov iskusstvennogo vozdeistviia na cherep (na primere populiatsii epokhi bronzy i rannego zheleznoogo veka s territorii Armenii) [Bioarchaeological approaches to the study of traces of artificial impact on the skull (on the example of populations of the Bronze Age and the Early Iron Age from the territory of Armenia)]. *Vestnik arheologii, antropologii i etnografii* [Vestnik Arheologii, Antropologii i Etnografii], 2016, 1 (32), pp. 101–112. (In Russ.).

Khudaverdian A.Iu. Iskusstvenno deformirovannye cherepa i zuby iz mogilnika Benjamin [Artificially de-

formed skulls and teeth from the Benjamin burial ground]. *Vestnik obshchestvennykh nauk* [Bulletin of Social Sciences], 1997, 2 (595), pp. 138–144. (In Russ.).

Shevchenko A.V. Antropologiya naseleniia iuzhno-russkikh stepei v epokhu bronzy [Anthropology of the population of the southern Russian steppes in the Bronze Age]. In *Antropologiya sovremennogo i drevnego naseleniia Evropeiskoi chasti SSSR* [Anthropology of the modern and ancient population of the European part of the USSR]. Leningrad, Nauka, 1986, pp. 121–215. (In Russ.).

Bjork A., Bjork L. Artificial deformation and craniofacial asymmetry in ancient Peruvians. *Journal of Dental Research*, 1964, 43 (3), pp. 353–362.

Flohr S., Witzel C. Hyperostosis frontalis interna – A marker of social status? Evidence from the Bronze-Age “high society” of Qatna, Syria. *HOMO – Journal of Comparative Human Biology*, 2011, 62, pp. 30–43.

Gerszten P.C. An investigation into the practice of cranial deformation among the pre-Columbian peoples of Northern Chile. *Int. J. Osteoarchaeology*, 1993, 3, pp. 87–98.

Godde K. An Examination of Proposed Causes of Auditory Exostoses. *Int. J. Osteoarchaeology*, 2010, 20, pp. 486–490.

Hilgeman S. L. Artificial cranial deformation and porotic hyperostosis at Angel site, Wanderburgh county, Indiana. *Proceedings of the Indiana Academy of Science*, 1988, 98, pp. 83–91.

Jackson G. Etiology of exostoses of the external auditory meatus. *British Medical Journal*, 1909, 2, pp. 1137–1138.

Lobo D.R. Exostosis of the external auditory canal. *World journal of Otorhinolaryngology*, 2015, 5 (1), pp. 14–20.

Mendonça de Souza Sh. V.F., Reinhard K. J., Lessa A. Cranial deformation as the cause of death for a child from the Chillon River valley, Peru. *Chungara, Revista de Antropología Chilena*, 2008, 44, 1, pp. 41–53.

Okumura, M. Differences in types of artificial cranial deformation are related to differences in frequencies of cranial and oral health markers in pre-Columbian skulls from Peru. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 2014, 9, 1, pp. 15–26.

Ossenberg N.S. The Influence of Artificial Cranial Deformation on Discontinuous Morphological Traits. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1970, 33, pp. 357–369.

*The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. By Arthur C. Aufderheide & Conrado Rodríguez Martín. United Kingdom, Cambridge University Press, 1998. 478 p.

Virchow R. Ueber krankhaft veränderte Knochen alter Peruaner. Sitzungsber. Kon., *Preussischen Akad. Wiss.*, 1885, 2, pp. 1129–1140.

#### Information about author

Pererva Evgeniy Vladimirovich, PhD; ORCID ID: 0000-0001-8285-4461; evgeniy.pererva@volsu.ru.



Ожерельев Д.В.<sup>1)</sup>, Лев С.Ю.<sup>1)</sup>, Столпникова Е.М.<sup>2,3)</sup>

<sup>1)</sup> *Институт археологии РАН, ул. Дмитрия Ульянова, д.19, Москва, 117292, Россия*

<sup>2)</sup> *Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Ленинский проспект, д.33, Москва, 119071, Россия*

<sup>3)</sup> *МГУ имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Ленинские горы, д.1, стр.12, Москва, 119991, Россия*

## ПРОБЛЕМЫ ВЕРХНЕГО ПАЛЕОЛИТА ПРЕДГОРИЙ СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ: НОВЕЙШИЕ ОТКРЫТИЯ И ДАЛЬНЕЙШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

**Введение.** Настоящая работа освещает изучение верхнего палеолита Северного Тянь-Шаня.

**Материалы и методы.** Территория равнинных и предгорных зон Казахстана занимает большую часть Центральной Азии и протягивается от Каспийского моря на западе и до Алтайских гор на востоке. Здесь представлено множество памятников палеолита, подавляющая часть которых стоянки открытого (наземного) типа. В последние годы в Северном Тянь-Шане открыто несколько многослойных стоянок верхнего палеолита. Среди представленных памятников Майбулак, Рахат, Узынагаш 1–3, Сарыжазык и некоторые другие. Стоянки изучаются с перерывами с 2004 года. Новый этап в исследованиях начался в 2018 году.

**Результаты и обсуждение.** Стоянки располагаются в схожих геоморфологических условиях. Культурные слои памятников вложены в лессовидные суглинки, покрывающие северные предгорья хребта Заилийский Алатау. Большинство культурных слоев интерпретируются в качестве уровней обитания с сохранившимися очагами, проколами, углистыми пятнами, ямами. С этими объектами культурного слоя связаны скопления каменных находок и иногда костных останков животных. Исследования стоянок носят комплексный характер.

**Заключение.** Хронология этих стоянок охватывает ранний верхний палеолит, среднюю пору и начало поздней поры верхнего палеолита. Развитие верхнего палеолита региона проходило в рамках единого культурного вектора, характерного для западной части Евразии. Здесь отмечаются культурные горизонты с ориньякоидным, граветтоидным каменным инвентарем, а также культура с первыми геометрическими формами в виде треугольников. В то же время материалы стоянок разных хронологических этапов демонстрируют значительную оригинальность и самобытность. Дальнейшие работы направлены на изучение классификации, типологии каменных коллекций и их корреляции между собой.

**Ключевые слова:** историческая антропология; археологические материалы; Северный Тянь-Шань; верхний палеолит; каменная индустрия; треугольные микролиты; стоянка Рахат

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-23-15-1-10 (LJA)

### Введение

Центральная Азия охватывает обширные пространства степей, полупустынь, пустынь и горных систем. В казахстанской ее части выделяются крупные регионы – Прикаспийские и Туранские пустыни, Сары-Арка (Казахский мелко-

сопочник), низменные равнины Северного и Северо-Восточного Казахстана (южная часть Западно-Сибирской низменности), горная и предгорная зоны Северного Тянь-Шаня и Алтая. На большей части этой территории господствует резко континентальный климат с повышенной

аридностью. Ключевым геологическим событием конца плиоцена – плейстоцена, повлиявшим на усиление аридности региона, явились масштабные горообразовательные процессы, которые охватили Центральную и Южную Азию. Горные системы Гималаи, Гиндукуш, Памир, Тянь-Шань и Тибетское нагорье явились естественным барьером для поступления влажных воздушных масс с юга. Характерной чертой палеолита Казахстана является практически полное отсутствие пещерных долговременных стоянок. За исключением стоянок Пещера (Восточный Казахстан), и, вероятно, Ушбас, Туттыбулак (Южный Казахстан) все известные памятники эпохи являются стоянками открытого типа. По причине особенностей осадконакопления подавляющая часть из них представляют собой стоянки наземного типа, когда каменные находки, иногда разных этапов палеолита, располагаются на поверхности земли. Огромная часть информации на таких стоянках оказывается утраченной. К началу XXI века на всей территории Казахстана было известно всего несколько стратифицированных стоянок, датированных поздним плейстоценом – стоянка им. Ч.Ч. Валиханова, Шульбинка, Ачисай, Пещера, Ангресор 3, Батпак 7 [Гохман, 1957; Алпысбаев, Костенко, 1966; Алпысбаев, 1979; Волошин, 1990; Таймагамбетов, 1990; Петрин, Таймагамбетов, 2000]. За исключением первых двух памятников, материалы раскопок других были опубликованы фрагментарно, отсутствовали абсолютные датировки. Благодаря этому не имелось ясного представления о культурно-стадиальном уровне каждого из них, проводить сравнительные исследования с соседними, более изученными памятниками также не представлялось возможным.

### Материал и методы

Исследования палеолитических памятников проводятся в рамках общеизвестных полевых археологических и смежных методов (стратиграфический, микростратиграфический, планиграфический, тафономический). Общая характеристика геологической позиции стоянок осуществлялась на основе геоморфологических методов. Характеристика коллекций каменных находок проводится с использованием типоло-

гического, технологического и статистического методов, метода ремонтажа. При датировании отложений применялся радиоуглеродный анализ (AMS-метод). Корреляция каменных индустрий между собой устанавливалась через призму сравнительно-исторического метода. Для подготовки обзорной части статьи использовались данные собственных археологических раскопок, литературные данные, а также доступные коллекции каменных находок.

### Результаты

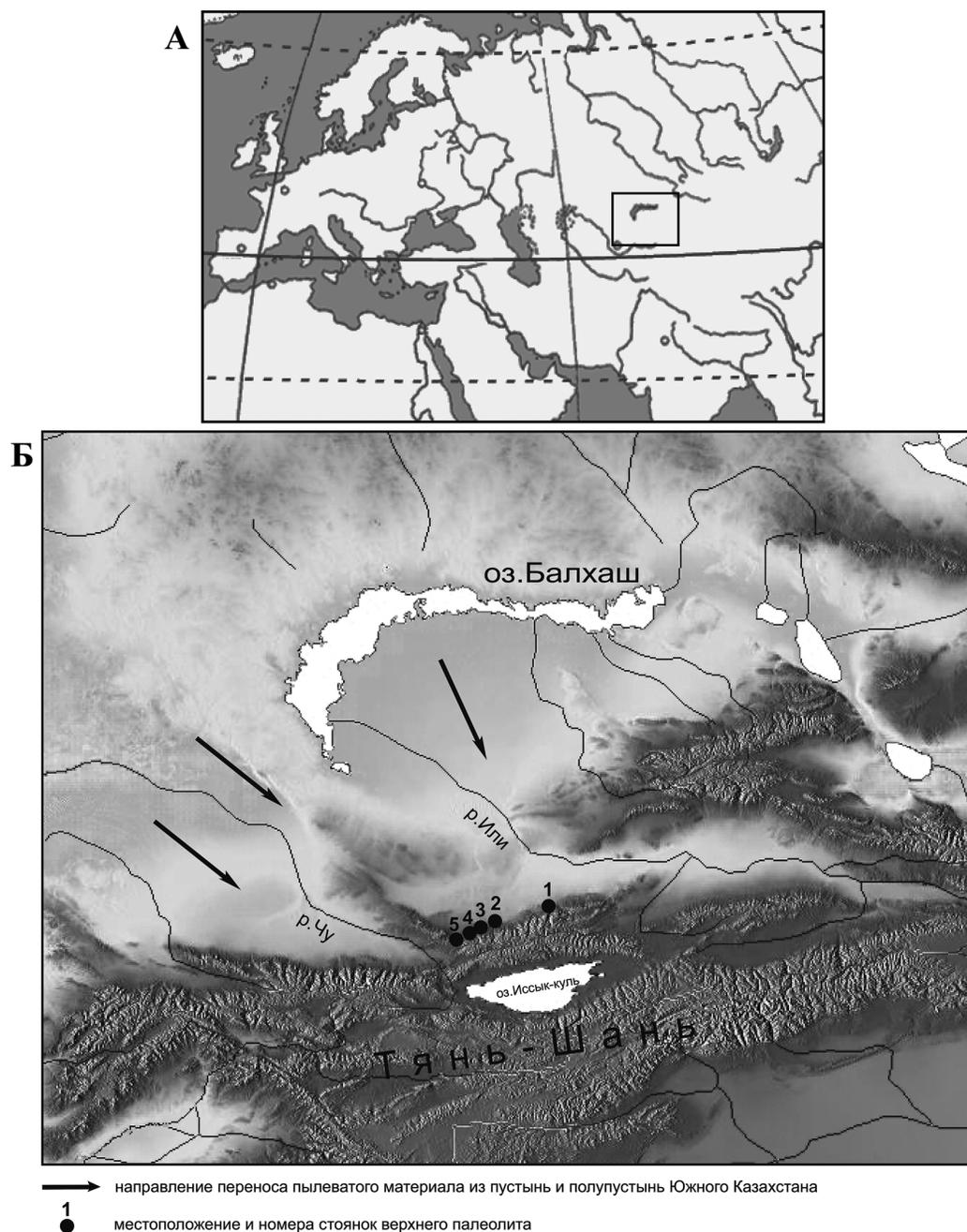
В последние двадцать лет на территории Казахстана значительно интенсифицируются поиски и изучение стоянок верхнего палеолита. Несколькими международными совместными экспедициями осуществляются исследования в предгорных зонах Южного, Юго-Восточного и Восточного Казахстана. Данные территории являются контактными зонами между засушливой равнинной частью Казахстана и горными системами Тянь-Шаня, Джунгарского Алатау, Алтая и Саура-Тарбагатай. За это время открыто несколько новых стоянок возрастом от начала и до конца верхнего палеолита.

Так, в Восточном Казахстане (Чиликтинская долина) в 2016 году обнаружена многослойная стоянка Ушбулак. Наиболее яркие материалы принадлежат ранним этапам верхнего палеолита возрастом более 40 000 кал.л.н. Аналогии этим материалам Ушбулака прослеживаются в круге памятников Алтая (Карабом) и Северной Монголии (Толбор-4,-21), имеющих возраст 44–35 тыс. л.н. [Анойкин с соавт., 2019].

Одними из наиболее привлекательных для верхнепалеолитических людей являлись предгорные территории хребтов Северного и Северо-Западного Тянь-Шаня (Заилийский, Киргизский, Таласский Алатау, хребет Каратау). Эти хребты субшироко протянулись на сотни километров с запада – северо-запада на восток – юго-восток. Северные предгорья хребтов стали благоприятным местом для перманентного заселения верхнепалеолитическими людьми. Известные здесь стоянки являются многослойными стоянками открытого типа, приуроченными к покровным лесовым отложениям первой или второй надпойменных террас небольших предгорных рек.

Самой западной стоянкой, связанной с данной ландшафтной зоной, является стоянка им. Ч. Валиханова. Стоянка открыта в 1958 году и исследовалась в разные годы Х.А. Алпысбаевым и Ж.К. Таймагамбетовым. Памятник расположен у западных склонов хр. Каратау на правом берегу р. Арыстанды (бассейн р. Сыр-Дарья). На стоянке

всего было обнаружено шесть культурных слоев, залегающих на разной глубине в семиметровой толще суглинков. Характерной особенностью инвентаря из всех слоев является устойчивое сочетание среднепалеолитических и верхнепалеолитических приемов в первичном расщеплении и в орудийном наборе.



**Рисунок 1. Местоположение региона исследования. А – Юго-Восточный Казахстан по отношению к западной части Евразии; Б – предгорья Северного Тянь-Шаня с обозначенными на карте ключевыми стоянками верхнего палеолита: 1 – Рахат; 2 – Майбулак; 3 – Узынагаш 1–9; 4 – Кызылауз; 5 – Сарыжазык**

**Figure 1. Location of the study area. А – Southeastern Kazakhstan in relation to the western part of Eurasia; Б – foothills of the Northern Tien Shan with key sites of the Upper Paleolithic marked on the map: 1 – Rakhat; 2 – Maibulak; 3 – Uzynagash 1–9; 4 – Kyzylauz; 5 – Saryzhazyk**

В первичном расщеплении представлены леваллуазская, дисковидная и призматическая техники. Среди орудий скребла, скребки, острия, остроконечники, кареноидные скребки, резцы и т.д. Первыми исследователями предполагалось, что культурные слои 1–5 имеют среднепалеолитический возраст. Самый верхний слой (слой 1) был отнесен к верхнему палеолиту [Алпысбаев, 1979; Таймагамбетов, 1990]. Последние радиометрические исследования существенно омолодили стоянку. Предполагается, что заселение ее проходило ~43,5–18 тыс л.н. [Feng et al., 2011; Fitzsimmons et al., 2017]. Другой памятник Бюйрукбастау-булак расположен у восточных склонов хр. Малый Каратау возле одноименного родника. Исследования стоянки проводились в 2017–2019 гг. На стоянке обнаружено два культурных слоя. Нижний слой содержит кареноидные нуклеусы, скребки, резец, что, по мнению авторов раскопок, может указывать на принадлежность к раннему верхнему палеолиту [Kunitake, Taimagambetov, 2021].

Другие открытия сделаны в местностях Тикенекты, пещере Туттыбулак. Раскопки на этих памятниках находятся в начальной стадии и могут указывать на широкое заселение региона во второй половине позднего плейстоцена [Iovita et al., 2020; Namen et al., 2022].

Важным событием последних лет на территории Казахстана явилось открытие группы многослойных стоянок верхнего палеолита в предгорьях хребта Заилийский Алатау (Северный Тянь-Шань). Среди этих стоянок Майбулак, Рахат, Кызылауз, Сарыжазык, Узынагаш 1–3 и некоторые другие [Таймагамбетов, Ожерельев, 2009; Ожерельев с соавт., 2019, 2021; 2023 в печати; Kunitake, 2019; Iovita, 2020] (рис. 1, А–Б). Наиболее изученными среди них являются стоянки Майбулак и Рахат. Стоянки расположены в схожих геоморфологических условиях на берегах одноименных небольших рек, на участках их выхода из горных ущелий на равнину. Выбор данных мест для поселений позволял контролировать пути миграций животных из предгорной равнины в горную часть хребта и обратно. С другой стороны, наличие реки с галечником обеспечивало потребности в воде и в каменном сырье.

Предгорья Северного Тянь-Шаня покрыты лёссовыми отложениями эолового происхожде-

ния. Хребты Тянь-Шаня явились своеобразным заслоном для пылеватого материала, который выдувался и приносился с севера и северо-запада. Источником выноса являлись многочисленные пустыни и полупустыни: Мойынкумы, Бетпак-Дала, Таукумы, Сарыесик-Атырау и другие, расположенные к северу от гор (рис. 1, Б). Формирование лёссов проходило практически непрерывно на протяжении среднего и позднего плейстоцена. Лёссы быстро «запечатывали» остатки поселений, благодаря чему бытовые остатки оказываются часто сохранёнными в том виде, в каком они были оставлены в древности. Культурные слои на стоянках Майбулак и Рахат сохранились *in situ* и представляют собой остатки погребённых стоянок в виде древних уровней обитания с углистыми пятнами, прокалами, остатками кострищ, очагов. Находки каменных орудий и иногда костей травоядных млекопитающих залегают здесь на одном уровне рядом с очагами. Мощность культурных слоёв по толщине не превышает 10–15 см. Последовательности культурных отложений стоянок Майбулак и Рахат взаимно дополняют друг друга. Если на стоянке Майбулак наиболее ярко представлены остатки поселений ранней поры верхнего палеолита (~ 41 000–31 000 кал.л.н.), то на стоянке Рахат фиксируются многократные её посещения в среднем и в начале позднего этапов верхнего палеолита (~ 30 000–23 000 кал.л.н.). Раскопки стоянки Майбулак (площадь раскопок 130 кв. м.) проводились в 2004–2006 гг. [Таймагамбетов, Ожерельев, 2009; Ожерельев с соавт., 2023, в печати] (рис. 2). Исследования памятника продолжались и позже [Feng et al., 2011; Fitzsimmons et al., 2017]. На стоянке обнаружено семь культурных слоев, объединенных в три пачки. Находки из самого нижнего слоя (слоя 7; –6,0/–6,3 м) содержат 108 находок и демонстрирует сочетание среднепалеолитических и верхнепалеолитических признаков в технологии расщепления и в орудийном составе. Абсолютных дат для слоя 7 нет. Слой 6 (238 экз.; –5,5/–6,0 м) содержал необычный инвентарь, основанный на микропластинчатом расщеплении. Среди находок представлены подпризматические, торцевые, кареноидные нуклеусы-скребки, кареноидные нуклеусы-резцы, мелкие пластины и пластинки с ретушью, острия на прямых и слегка изогнутых пластинках (рис. 3: 1–9).



Рисунок 2. Стоянка Майбулак. Вид на раскоп 2005 года (Фото Д.В.Ожерельева)  
 Figure 2. Maibulak site. View of the excavations in 2005 (Photo by D.V. Ozherelyev)

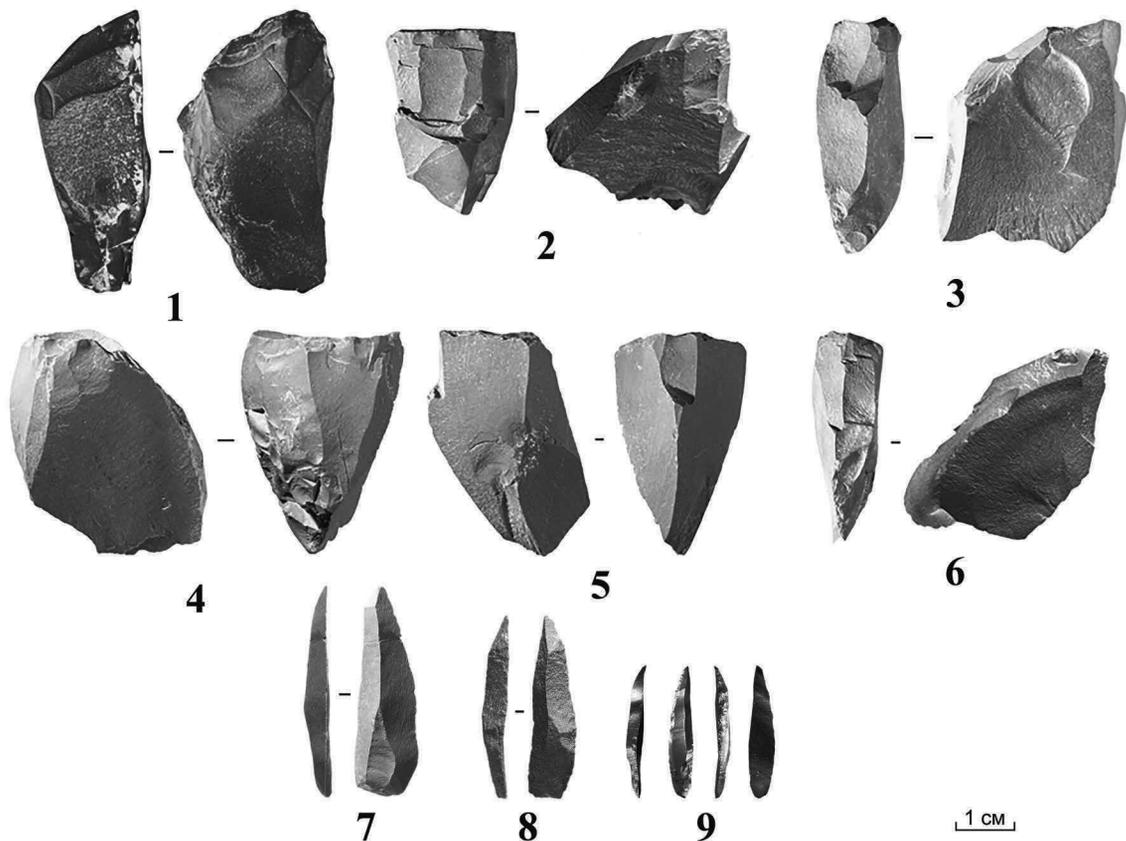


Рисунок 3. Каменные находки из слоя 6 стоянки Майбулак: 1 – кареноидный нуклеус-скребок; 2,4–5 – торцевые нуклеусы; 3,6 – кареноидные нуклеусы-резцы; 7–9 – острия на пластинках  
 (Фото Д.В.Ожерельева)

Figure 3. Lithic artefacts from layer 6 at the Maibulak site: 1 – carinated core-scraper; 2,4–5 – narrow faced cores; 3,6 – carinated cores-burins; 7–9 – points produced on bladelets  
 (Photo by D.V. Ozherelyev)

Абсолютный возраст находок из слоя 6 ~ 41 000–39 500 кал.л.н. Стратиграфически этот инвентарь залегал под более «архаичной» по составу каменной индустрией (всего 1830 экз.), происходящей из слоев 3–5 (глубины залегания –5,20/–5,50 м; –4,40/–4,80 м; –4,0/–4,20 м). Каменный инвентарь из этих слоев содержит ориньякоидные признаки (пластины с чешуйчатой ретушью, кареноидные нуклеусы-скребки, скребки с плечиками и т.д.), в то же время имеются изделия среднепалеолитического облика (дисковидные и леваллуазские нуклеусы, скребла, ножи с обушками). Абсолютный возраст находок из слоев 3–5 ~ 35 000–31 000 кал.л.н. Предполагается, что развитая микропластинчатая культура из слоя 6 была интрузивной, привнесённой на территорию предгорий Северного Тянь-Шаня. Появление её носителей здесь было частью культурного импульса, охватившего западную и центральную часть Евразии около 41 000–39 000 кал.л.н. Эпицентром импульса, по-видимому, была территория Леванта (ранний ахмариан). Схожие индустрии можно наблюдать в виде широкого пласта, распространенного в западной части Евразии (культуры прото-ориньяк, фуманиан, Кремс-Хундштайг, ранний козарникиан, спицынская культура, ранний барадост, ростамиан) [Teysandier et al., 2010; Tsanova, 2013; Dinnis et al., 2019]. Археологическая культура из слоев 3–5 была одновременна с ранним и классическим ориньяком Европы и обладала значительным своеобразием, выразившимся в технологическом многообразии (леваллуазская и дисковидная техника для отщепов, призматическое расщепление для пластин и получение пластинок с кареноидных нуклеусов) и типологической вариабельности. Наличие ориньякоидных признаков в индустрии слоев 3-5 позволяет говорить о более тесной связи обитателей предгорий Северного Тянь-Шаня с носителями ориньякской культурной традиции, распространенной к западу от Центральной Азии. Коллекция из слоя 2 (–3,40/–3,80 м) включает 120 находок. Возраст слоя согласно ОСЛ датированию в пределах  $25,3 \pm 2,6$  ка –  $24,0 \pm 2,0$  ка. Слой 1 (–0,7/–2,1 м; 77 находок) изучался на площади менее 10 кв. м. Каменный инвентарь характеризует позднюю пору верхнего палеолита. Надежных

абсолютных дат нет. Каменный инвентарь из слоев 1–2 содержит мало диагностических форм.

Материалы многослойной стоянки Рахат позволяют проследить дальнейший ход развития верхнепалеолитических культур предгорий Северного Тянь-Шаня. Памятник был открыт в 2006 году, активное его изучение ведется с 2018 года совместной палеолитической экспедицией Института археологии РАН (Москва) и Института археологии им. А.Х. Маргулана (Алматы) на основании Соглашения о научном сотрудничестве между двумя учреждениями. Несмотря на то, что памятник еще изучается, он предоставил уникальные для региона материалы [Ожерельев с соавт., 2019; 2021]. Геоморфологическая позиция стоянки имеет следующие характеристики. Непосредственно для северных предгорий Заилийского Алатау характерно строение в виде двух протянувшихся по широте уступов («прилавков») – нижнего (900–1200 м над уровнем моря) и верхнего (1200–1800 м над уровнем моря). Формирование этих уступов имеет тектонический генезис и характеризует поступательный процесс продолжающегося роста гор. Тип рельефа нижнего уступа характеризуется как эрозивно-холмистое низкогорье. Формирование его началось во второй половине позднего плейстоцена. Геоморфологически стоянка приурочена к уровню нижнего уступа, примыкающего в месте стоянки к верхнему уступу (рис. 4). Культурные слои памятника расположены на разных уровнях 13-метровой толщи лёссовидных суглинков, перекрывающих русловой позднеплейстоценовый галечник. На стоянке было обнаружено 16 культурных слоёв (площадь раскопок 60 кв. м), в которых обнаруживаются каменные находки, иногда кости животных, многочисленные прокалы, углистые пятна, а также очажные ямы. Самая крупная яма достигает 1,5 м в диаметре и до 25 см в глубину. Коллекция каменных находок превышает 8000 изделий, включая мелкий дебитаж. Характер культурных слоев указывает, что место стоянки с перерывами постоянно посещалось верхнепалеолитическими людьми на протяжении многих тысяч лет. Сами посещения, видимо, были относительно кратковременные, сезонные. Материалы стоянки Рахат позволяют изучать культурную трансформацию, происшедшую до и после максимума последнего оле-

денения. На стоянке Рахат фиксируется смена каменных индустрий конца ранней поры верхнего палеолита (культурные слои 11–12; глубина –11,85/–12,73 м) культурой средней поры верхнего палеолита (глубина –11,50 м/–10,50 м), содержащей характерные формы острий. Эти орудия имеют некоторое морфологическое сходство с микрограветтийскими формами острий начала средней поры верхнего палеолита (рис. 5: 2, 3). Радиоуглеродный возраст находок из этих слоев ~ 28000 кал.л.н. После хиатуса около 27 000–24 000 кал.л.н., вероятно, соответствующего одному из циклов максимума похолодания, на стоянке Рахат в культурных слоях 1–5 (глубина –6,40/–7,80 м) фиксируется иная каменная индустрия, указывающая на начало нового технологического этапа верхнего палеолита. Основным его маркером является появление геометрических изделий – асимметричных треугольников со скошенным нижним основанием (*scalene triangles*) (рис. 5: 1). Согласно радиоуглеродному датированию, время появления и существования этой культуры на стоянке Рахат устанавливается около 24 000–23 000 кал.л.н. Аналогии данной культуре просматриваются в индустрии стоянки Додекатым-2 (Средняя Азия)

[Кривошапкин и др., 2009], культурах эппалеолита Загроса (зарзиан) и Леванта (ранний кебаран, масракан) [Olszewski, 2012; Nadel, 2017]. Интересно отметить, что появление культуры с треугольными микролитами на территории Леванта (стоянка Охало II) и Северного Тянь-Шаня хронологически совпадает. Новые технологические решения, выразившиеся в массовом появлении микролитов в виде геометрических стандартизированных орудий (вкладышей), получили на Ближнем Востоке дальнейшее развитие. На стоянке Рахат каменных индустрий этого времени не обнаружено. Поздняя пора верхнего палеолита в предгорьях Северного Тянь-Шаня совершенно не изучена.

### Обсуждение

Долгое время степная и предгорная зоны западной части Центральной Азии рассматривалась как транзитная территория, связывающая крупные культурные области западной и восточной части Евразии. В рамках миграционной концепции заселение Центральной Азии происходило волнами по направлению с запада – юго-запада с конечной целью где-то на востоке –



Рисунок 4. Вид на стоянку Рахат в процессе раскопок. 2021 год (Фото Д.В. Ожерельева)  
Figure 4. View of the Rakhat site during the excavations. 2021 (Photo by D.V. Ozherelyev)

северо-востоке. Согласно такому подходу миграции людей в разные эпохи приносили в западную часть Центральной Азии новые культурные и технологические решения. Роль региона как самостоятельного и самобытного культурного центра среди специалистов всерьез не расценивалась. Основной причиной этого является слабая научная изученность. Несмотря на наличие большого числа местонахождений наземного типа в аридных засушливых территориях Казахстана, в контактных зонах предгорий обнаруживаются и стратифицированные памятники. Исследование именно верхнего палеолита в казахстанском секторе Центральной Азии становится в последние годы

наиболее результативным. Открываются новые многослойные стоянки в предгорных зонах Тянь-Шаня и отдельных хребтов в Южном и Восточном Казахстане. Благодаря этому появилась возможность восстанавливать хронологию и культурный контекст разных верхнепалеолитических индустрий, сменявших друг друга на протяжении ~ 40–20 тыс. л.н. Данная работа находится фактически в начальной стадии, но сделанные открытия на стоянках Майбулак, Рахат, Узынагаш 1–9, Сарыжазык и некоторых других имеют большой исследовательский потенциал. Материалы данных памятников указывают на многочисленность населения верхнего палеолита в предгорьях Се-

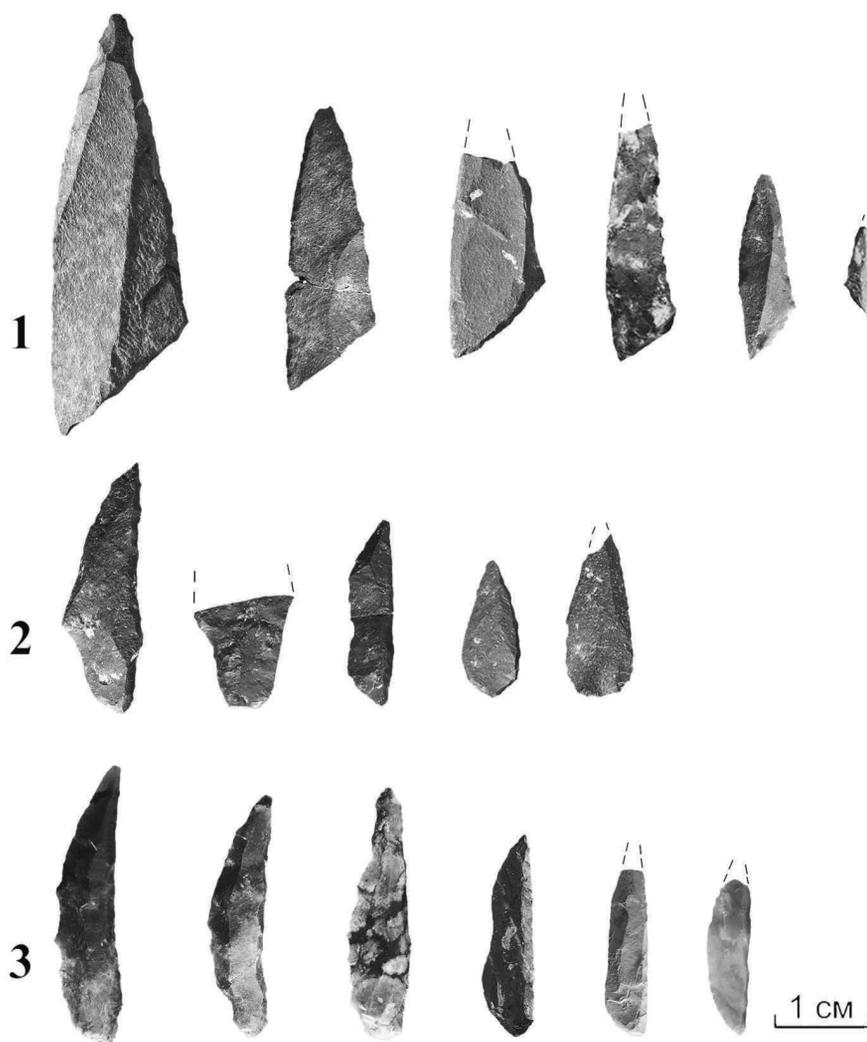


Рисунок 5. Острия и фрагменты острий из разных культурных комплексов: 1 – асимметричные треугольные острия со скошенным нижним основанием (слои 2–5); 2,3 – разновидности острий микрограветтийского круга (слои 8/1, 9–10) (Фото Д.В.Ожерельева)

Figure 5. Points and fragments of points from different cultural complexes: 1 – scalene triangles (layers 2–5); 2,3 - varieties of microgravettian-like points (layers 8/1, 9–10) (Photo by D.V. Ozherelyev)

верного Тянь-Шаня. Характер каменного инвентаря свидетельствует о тесной взаимосвязи с верхнепалеолитическими культурами соседних регионов. Территория предгорий Северного Тянь-Шаня в это время была заселена практически постоянно, представляя собой крупный самобытный конгломерат поселений.

### Заключение

Имеющиеся данные указывают, что развитие палеолитических культур в регионе произошло в рамках единого для запада Евразии тренда. Как показывает пример изучения верхнего палеолита Северного Тянь-Шаня, открытие новых стратифицированных стоянок позволяет получать культурно гомогенный каменный материал. Это в свою очередь делает возможным заново проанализировать многочисленные коллекции стоянок наземного типа и расчленить смешанные материалы по эпохам и культурам. Многослойные стоянки верхнего палеолита предгорий Северного Тянь-Шаня позволяют развивать региональную классификацию каменного инвентаря и соотносить ее с подобными классификациями других регионов. Важнейшей и вполне реализуемой задачей дальнейших работ должно быть уточнение и расширение культурной и хронологической периодизации верхнего палеолита. Если для раннего и среднего этапов верхнего палеолита в целом уже устанавливаются векторы культурного развития, то поздний этап верхнего палеолита остается неисследованным. Одним из актуальных вопросов дальнейших исследований является выяснение корреляции протоориньяка и классического ориньяка Европы с индустриями раннего верхнего палеолита западной части Центральной Азии. Следующая актуальная проблема – трансформация индустрий конца раннего верхнего палеолита с ориньякоидными чертами в культуры средней поры верхнего палеолита с граветтоидными признаками. И материалы стоянок из предгорий Заилийского Алатау позволяют ставить так вопрос. Другое перспективное направление касается появления геометрических микролитов в начале поздней поры верхнего палеолита. Раннее появление в Северном Тянь-Шане таких индустрий находит аналогии со схожими культурами,

расположенными к западу на территории Средней Азии, Леванта и Иранского нагорья. Установление их взаимосвязи представляется достаточно интригующей дилеммой. Дальнейшая судьба культуры с треугольными микролитами стоянки Рахат также пока неясна. Пошли ли эти изменения со временем по пути усложнения и выработке новых форм хозяйствования по типу культур Леванта (например, одомашнивание животных, культивация растений), или по разным причинам это развитие было нарушено, остается важной археологической задачей, решить которую предстоит в будущем.

### Благодарности

Работа выполнена в рамках плановой темы № НИОКТР 122011200271-7 «Развитие материальной культуры в каменном веке на территории Русской равнины и Кавказа: общие тенденции и локальные проявления».

### Библиография

- Алпысбаев Х.А., Костенко Н.Н. Палеолит в районе Турланского перевала хребта Каратау // Вестник АН КазССР, 1966. №6. С. 66–69.
- Алпысбаев Х.А. Памятники нижнего палеолита Южного Казахстана. Алма-Ата: Наука КазССР. 1979. 208 с.
- Анойкин А.А., Павленок Г.Д., Харевич В.М., Таймагамбетов Ж.К. с соавт. Ушбулак – новая многослойная стоянка верхнего палеолита на северо-востоке Казахстана // Археология, этнография и антропология Евразии, 2019. №47 (4). С. 16–29.
- Гохман И.И. Палеолитическая стоянка «Пещера» на Бухтарме // Краткие сообщения Института истории материальной культуры, 1957. Вып.67. С. 54–58.
- Волошин В.С. Стратиграфия и периодизация палеолита Центрального Казахстана / Хроностратиграфия палеолита Северной, Центральной, Восточной Азии и Америки. Новосибирск: Изд-во Института истории, филологии и философии СО АН СССР, 1990. С. 99–106.
- Кривошапкин А.И., Колобова К.А., Харевич В.М. Индустрия стоянки Додекатым-2 (Узбекистан): новые данные по верхнему палеолиту региона // Вестник НГУ. Серия: История, филология, 2009. Т.8. Вып.5: Археология и этнография. С.74–97.
- Ожерельев Д.В., Джасыбаев Е.А., Мамиров Т.Б. Первые данные о стратиграфии и культурной атрибуции многослойной стоянки верхнего палеолита Рахат (Юго-Восточный Казахстан) // Краткие сообщения Института археологии, 2019. Вып. 254. С. 57–70.
- Ожерельев Д.В., Джасыбаев Е.А., Мамиров Т.Б. Особенности культурного слоя и поселенческие объекты на стоянке верхнего палеолита Рахат (слой 2) в Юго-восточном Казахстане // Краткие сообщения Института археологии, 2021. Вып. 262. С. 7–26.

Ожерельев Д. В., Успенская О.И., Таймагамбетов Ж.К. Начальные этапы раннего верхнего палеолита в предгорьях Северного Тянь-Шаня, Казахстан (по материалам многослойной стоянки Майбулак) // *Stratum plus*, 2023. №1 (в печати).

Петрин В.Т., Таймагамбетов Ж.К. Комплексы палеолитической стоянки Шульбинка из Верхнего Прииртышья. Алматы: Изд-во Казахского национального университета. 2000. 166 с.

Таймагамбетов Ж.К. Палеолитическая стоянка имени Ч.Ч. Валиханова. Алма-Ата: Наука КазССР. 1990. 125 с.

Таймагамбетов Ж.К., Ожерельев Д.В. Позднепалеолитические памятники Казахстана. Алматы: Изд-во Казахского национального университета. 2009. 256 с.

#### Информация об авторах

Ожерельев Дмитрий Викторович, к.и.н.; ORCID ID: 0000-0003-4841-976X; dmit.ozherelyev@gmail.com;

Лев Сергей Юрьевич, к.и.н.; ORCID ID: 0000-0001-9306-2806; zaraysk@yandex.ru;

Стоппникова Екатерина Михайловна, к.б.н.; ORCID ID: 0000-0002-1809-5648; opallada@ya.ru.

Поступила в редакцию 02.11.2022,  
принята к публикации 10.11.2022.

Ozherelyev D.V.<sup>1)</sup>, Lev S.Yu.<sup>1)</sup>, Stolpnikova E.M.<sup>2,3)</sup>

<sup>1)</sup> *The Institute of Archaeology of the Russian Academy of Science, Dmitry Ulyanov st., 19, Moscow, 117292, Russia*

<sup>2)</sup> *A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Leninskiy prosp., 33, Moscow, 119071, Russia*

<sup>3)</sup> *Lomonosov Moscow State University, Soil Science Faculty, Leninskie Gori, 1(12), Moscow, 119991, Russia*

## PROBLEMS OF THE UPPER PALEOLITHIC IN THE FOOTHILLS OF THE NORTHERN TIEN SHAN: LATEST DISCOVERIES AND PERSPECTIVES

**Introduction.** *This work is devoted to the assessment of the Upper Paleolithic sites of the Northern Tien Shan.*

**Materials and methods.** *Plains and foothills of Kazakhstan occupies a large western part of Central Asia and stretches from the Caspian Sea in the west to the Altai Mountains in the east. There are many Paleolithic sites, the vast majority of which are open-air (surface) sites. Recently several multilayer Upper Paleolithic sites have been discovered in the Northern Tien Shan. Among them are the sites of Maibulak, Rakhat, Uzynagash 1–3, Saryzhazyk and some others. The sites have been studied intermittently since 2004. A new research phase began in 2018.*

**Results and discussion.** *The sites are located in similar geomorphological conditions. The cultural layers of the sites are nested in loess-like loams covering the northern foothills of the Zailiysky Alatau Range. Most of the cultural layers are interpreted as habitation levels with preserved hearths, burn spots, charcoal spots, and storage pits. Accumulations of lithic artefacts and sometimes animal bone remains are tightly linked with those features of cultural layers. This is an interdisciplinary research.*

**Conclusion.** *The chronology of these sites covers the Early Upper Paleolithic, the Middle Upper Palaeolithic and the beginning of the Late Upper Paleolithic. The development of the Northern Tien Shan Upper Paleolithic took place within the framework of a single cultural vector, characteristic for the western part of Eurasia. There are cultural horizons with Aurignacian-like, Gravettian-like lithic industries, as well as a culture with geometric microliths (scalene triangles). At the same time, lithic industries show considerable originality. Further work is aimed at studying the classification, typology of lithic collections and their correlation with each other.*

**Keywords:** historical anthropology; archaeological material; Northern Tien Shan; Upper Paleolithic; lithic industry; scalene triangles; Rakhat site

DOI: 10.32521/2074-8132.2023.1.118-128 (MUAB)

## References

- Alpysbayev, Kh.A., Kostenko N.N. Paleolit v rayone Turanskogo perevala khrebta Karatau [Paleolithic near the Turlan Pass of the Karatau Range]. *Vestnik AN KazSSR* [Bulletin AS KazSSR], 1966, 6, pp. 66–69. (In Russ.).
- Alpysbayev Kh.A. *Pamyatniki nizhnego paleolita Yuzhnogo Kazakhstana* [Lower Palaeolithic sites of the Southern Kazakhstan]. Alma-Ata, Nauka KazSSR, 1979. 208 p. (In Russ.).
- Anoikin A.A., Pavlenok G.D., Kharevich V.M., Taimagambetov Zh.T., Shalagina A.V. et al. Ushbulak – novaya mnogosloynnaya stoyanka verkhnego paleolita na severo-vostoke Kazakhstana [Ushbulak – A New Stratified Upper Paleolithic Site in Northeastern Kazakhstan]. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii* [Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia], 2019, 47 (4), pp. 16–29.
- Gochman I.I. Paleoliticheskaya stoyanka "Peschera" na Bukhtarme [Paleolithic site "Cave" on Bukhtarma]. *Kratkie soobscheniya Instituta istorii material'noy kul'turi* [Brief Communications of the Institute of the history of material culture], 1957, 67, pp. 54–58. (In Russ.).
- Voloshin V.S. Stratigraphiya i perodizatsiya paleolita Tsentralnogo Kazakhstana. In *Khronostratigraphiya paleolita Severnoy, Tsentralnoy, Vostochnoy Azii i Ameriki* [Chronostratigraphy of the Paleolithic of North, Central, East Asia and America]. Novosibirsk, Institute of History, Philology and Philosophy SB AS USSR Publ., pp.99–106. (In Russ.).
- Krivoshapkin A.I., Kolobova K.A., Kharevich V.M. Industriya stoyanki Dodekatym-2 (Uzbekistan): noviyeh danniyeh po verkhnemu paleolitu regiona [The industry of the Dodekatym-2 site (Uzbekistan): new data on the Upper Paleolithic]. *Vestnik NGU. Seriya Istoriya, philologiya. Arkheologiya i etnografiya* [Bulletin NSU. History, Philology, Archaeology & Ethnography]. 2009, 8 (5), pp.74–97. (In Russ.).
- Ozherelyev D.V., Dzhasybaev E.A., Mamirov T.B. Perviyeh danniyeh o stratigraphii i kulturnoy atributsii mnogosloynnoy stoyanki verkhnego paleolita Rakhat (Yugo-Vostochniy Kazakhstan) [First data on stratigraphy and cultural attribution of Rakhat, a multi-layered Upper Palaeolithic site in Southeastern Kazakhstan]. *Kratkie soobscheniya Instituta arkheologii* [Brief Communications of the Institute of Archaeology], 2019, 254, pp. 57–70. (In Russ.).
- Ozherelyev D.V., Dzhasybaev E.A., Mamirov T.B. Osobennosti kulturnogo sloya i poselencheskie obiekty na stoyanke verkhnego paleolita Rakhat (sloy 2) v Yugo-Vostochnom Kazakhstane [Distinctive features of the occupation layer and settlements at the Upper Paleolithic Rakhat site (layer 2) in Southeastern Kazakhstan]. *Kratkie soobscheniya Instituta arkheologii* [Brief Communications of the Institute of Archaeology], 2021, 262, pp. 7–26. (In Russ.).
- Ozherelyev D.V., Uspenskaya O.I., Taimagambetov Zh.K. Nachal'nie etapi rannego verkhnego paleolita v predgoryakh Severnogo Tian-Shanya [The initial stages of the Early Upper Palaeolithic in the foothills of the Northern Tien Shan, Kazakhstan (Based on the materials from multi-layered Maibulak site)]. *Stratum plus* [Stratum plus], 2023, 1 (in press). (In Russ.).
- Petrin V.T., Taimagambetov Zh.K. *Kompleksi paleoliticheskoy stoyanki Shulbinka iz Verkhnego Priirtyshiya* [Complexes of the Paleolithic site Shulbinka from the Upper Irtysh region]. Alma-Ata, Kazuniversity Publ., 2000. 166 p. (In Russ.).
- Taimagambetov Zh.K. *Paleoliticheskaya stoyanka imeni Ch.Ch.Valikhanova* [Palaeolithic site named after Ch.Ch.Valikhanov]. Alma-Ata, Nauka KazSSR Publ., 1990. 125 p. (In Russ.).
- Taimagambetov Zh.K., Ozherelyev D.V. *Pozdnepleoliticheskie pamiyatniki Kazakhstana* [Upper Paleolithic sites of Kazakhstan]. Alma-Ata, Kazuniversity Publ., 2009. 256 p. (In Russ.).
- Dinnis R., Bessudnov A.A., Reynolds N., Deviese T. et al. New data for the Early Upper Paleolithic of Kostenki (Russia). *J. Hum. Evol.*, 2019, 127, pp. 21–40. Doi: 10.1016/j.jhevol.2018.11.012.
- Feng Z.D., Ran M., Yang Q.L., Zhai X.W. et al. Stratigraphies and chronologies of late Quaternary loess-paleosol sequences in the core area of the central Asian arid zone. *Quatern. Int.*, 2011, 240, pp. 156–166. Doi: 10.1016/j.quaint.2010.10.019.
- Fitzsimmons K. E., Iovita R., Sprafke T., Glantz M. M., Talamo S. et al. A chronological framework connecting the early Upper Palaeolithic across the Central Asian piedmont. *J. Hum. Evol.*, 2017, 113, pp. 107–126. Doi: 10.1016/j.jhevol.2017.07.006.
- Iovita R., Varis A., Namen A., Cuthbertson P. et al. 2020. In search of a Paleolithic Silk Road in Kazakhstan. *Quatern. Int.* 2020, 559, pp. 119–132. Doi: 10.1016/j.quaint.2020.02.023.
- Kunitake S., The excavation of a newly discovered Upper Palaeolithic Kyzylaus-2 site in the Southern Kazakhstan. In *Proceeding International Scientific and Practical Conference «Methods and methodology of natural sciences in archaeological field research», 18 sept. 2019.* Alma-Ata, Kazuniversity Publ., 2019, pp. 148–149.
- Kunitake S., Taimagambetov Zh.K. Bladelet industries of the Early Upper Palaeolithic in southern Kazakhstan: A detailed analysis of carinated bladelet cores excavated from the newly discovered Buiryokbastau-Bulak-1 site in the Karatau mountains. *Quatern. Int.* 2021, 596, pp. 38–53. Doi: 10.1016/j.quaint.2021.03.016.
- Namen A., Iovita R., Nickel K.G., Varis A. et al. Mechanical properties of lithic raw materials from Kazakhstan: Comparing chert, shale, and porphyry. *PLoS ONE*, 2022, 17 (4), e0265640. Doi: 10.1371/journal.pone.0265640.
- Olszewski D. The Zarzian in the context of the Epipaleolithic Middle East. *Int. J. Human.*, 2012, 19 (3), pp. 1–20.
- Nadel D. Ohalo II: A 23,000-Year-Old Fisher-Hunter-Gatherer's Camp on the Shore of Fluctuating Lake Kinneret (Sea of Galilee). In Y. Enzel & O. Bar-Yosef (Eds.), *Quaternary of the Levant: Environments, Climate Change, and Humans.* 2017, Cambridge University Press, pp. 291–294. doi: 10.1017/9781316106754.033.
- Teyssandier N., Bon F., Bordes J.-G. Within projectile range: some thoughts on the appearance of the Aurignacian in Europe. *J.Anthropol. Res.*, 2010, 66, pp. 209–229. DOI:10.2307/27820882.
- Tsanova T. The beginning of the Upper Paleolithic in the Iranian Zagros: taphonomic approach and techno-economic comparison of Early Baradostian assemblages from Warwasi and Yafteh (Iran). *J. Hum. Evol.*, 2013, 65, pp. 39–64. Doi: 10.1016/j.jhevol.2013.04.005.

## Information about Authors

Ozherelyev Dmitriy Viktorovich, PhD; ORCID ID: 0000-0003-4841-976X; dmit.ozherelyev@gmail.com;

Lev Sergei Yuryevich, PhD; ORCID ID: 0000-0001-9306-2806; zaraysk@yandex.ru;

Stolpnikova Ekaterina Mikhailovna, PhD; ORCID ID: 0000-0002-1809-5648; opallada@ya.ru.



Ибрагимов А.Ш.<sup>1)</sup>, Евсеев Р.В.<sup>2)</sup>, Алиев А.А.<sup>3)</sup>

1) Департамент биологических наук, Университет «Хазар»,  
ул. Месхети, 41, Баку, AZ1096, Азербайджан;

2) Лаборатория реконструкции внешности «Other worlds studio»,  
ул. Нагорная, д. 36, Москва, 117186, Россия;

3) Azerbaijan DNA Project, FTDNALab.,  
1445 N Loop W Fwy, Ste 820, Houston, TX 77008, USA

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВНЕШНЕГО ОБЛИКА МУЖЧИНЫ ИЗ ШЕМАХИНСКОГО МОГИЛЬНИКА ПЕРИОДА РАННЕГО СРЕДНЕВЕКОВЬЯ

**Введение.** Вплоть до настоящего времени не проводилось работ по реконструкции внешнего облика древнего населения Закавказья. С целью восполнения данного пробела было предпринято данное исследование черепа мужчины из раннесредневекового катакомбного погребения в Шемахинском районе Азербайджана. Краниометрическими и одонтометрическими измерениями были определены пол, расовый тип, возраст смерти индивида, выявлены особенности зубочелюстной системы и различные травматические повреждения.

Цель работы состояла в получении первичной информации о внешнем облике людей, живших в первые века нашей эры на территории Азербайджана и привлечении тем самым научного внимания к данной проблеме.

**Материалы и методы.** Череп, найденный в 1949 г. экспедицией Р.М. Касимовой при участии Г.Ф. Дебеца, проходил антропологическое исследование по классическим программам на предмет определения возраста, пола и расовой принадлежности. Восстановление прижизненной внешности в виде графического портрета в изометрической проекции проводили по методу М.М. Герасимова и Е.В. Веселовской с применением графического редактора Adobe Photoshop CC 2020.

**Результаты.** Представлена таблица индивидуальных измерений черепа, рассчитаны прижизненные размеры головы, приведено словесное описание внешности. В расовом отношении субъекта можно отнести к каспийскому подтипу индо-средиземноморской расы, наиболее характерными современными представителями которого являются азербайджанцы, что иллюстрирует и реконструированный графический внешний облик.

**Обсуждение.** Метрические данные черепа сравнивали с аналогичными характеристиками наиболее близких мужских выборок, включающих в совокупности свыше 1300 черепов с Кавказа, Средней Азии и Юго-Западной Европы. По итогам применения соответствующих уравнений дискриминантного анализа было установлено, что исследуемый череп в формате расовой принадлежности относится к каспийскому антропологическому типу.

**Заключение.** В результате реконструкции внешности по черепу мужчины из раннесредневекового могильника в Шемахинском районе Азербайджана, впервые получен уникальный для закавказского региона материал по антропологии. Предыдущие археогенетические исследования подтвердили его принадлежность к местной популяции Закавказья.

**Ключевые слова:** краниология; реконструкция внешности; азербайджанцы; шемахинский могильник; каспийский тип; катакомбное захоронение

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-23--15-1-11 (LJA)

## Введение

Территория Азербайджана с древнейших времён была заселена человеком, чему способствовали географическое положение и благоприятные климатические условия. Для решения вопросов этногенеза привлекаются различные дисциплины, в том числе реконструкции внешнего облика людей исторического прошлого, также позволяющие выявить их связь с современными популяциями. Тем не менее, вплоть до настоящего времени реконструкций внешности на основе черепов древнего населения Закавказья, и, в частности, Азербайджана не проводилось – лишь в общем указывалось о наличии здесь четырёх основных антропологических типов (каспийского, переднеазиатского, кавкасионского и понтийского) и их сходство как с современными азербайджанцами, так и с археологическими материалами Передней Азии III-II тыс. до н. э. из Тепе-Гиссара, Тепе-Сиалка и др. [Касимова, 1960; 1975; Мусаев, 1997].

*Цель настоящей работы* заключалась в реализации графической реконструкции внешности по черепу из раннесредневекового захоронения для расширения знаний о связи древних и современных насельников Восточного Закавказья.

## Материал и методы

Объектом изучения являлся череп мужчины, найденный при раскопках в 1949 г. в Шемахинском районе Азербайджанской ССР экспедицией Р.М. Касимовой при участии и непосредственном руководстве Г.Ф. Дебеца [Касимова, 1960]. Согласно данным Р.М. Касимовой, череп с некоторыми другими составляющими костяка был обнаружен в катакомбном погребении. Автор, исходя из анализа артефактов и характера погребения, определила время жизни человека (чьи костные останки исследовались) соответствующим приблизительно интервалу с V в. до н.э. до III в. н.э. Этот череп в настоящее время хранится в музее остеологии кафедры «Анатомии человека» Азербайджанского медицинского университета.

Авторами настоящей работы была проведена повторная краниометрия черепа, с целью фиксации некоторых дополнительных размеров, в которых могла возникнуть необходимость при реконструкции внешности. Техника краниометрии

соответствовала общепринятым нормативам, рекомендованным В.П. Алексеевым и Г.Ф. Дебецем [Алексеев, Дебец, 1964]. Краниометрические признаки исследовались по программе краниометрического бланка, предложенного Ш.М. Мусаевым [Мусаев, 1999] и используемым в Азербайджане при медико-криминалистических экспертизах. Использовались следующие инструменты и приборы: цифровой калипер (точность 0,01 мм), толстотный циркуль, штангенциркуль (точность 0,1 мм), металлическая измерительная лента, координатный циркуль (точность 0,1 мм). Снятие параметров производилось с черепов, установленных на штативе Моллисона во франкфуртской горизонтальной плоскости. Медико-криминалистическое описание внешности по анатомо-морфологическим особенностям черепа проводилось согласно рекомендациям, принятым в судебно-медицинской практике [Медико-криминалистическая идентификация, 2000]. Реконструкция внешнего облика велась в Лаборатории реконструкции внешности на основе метода М.М. Герасимова [Герасимов, 1949] и его дальнейшего развития, реализованного в работах Е.В. Веселовской и соавт. [Веселовская, 1997, 2015, 2016; Веселовская, Балугева 2012] с применением графического редактора Adobe Photoshop CC 2020 [Зинин с соавт., 2002; Молчанов, 2018].

## Результаты

Необходимость в повторном изучении черепа, исследованного ещё в середине прошлого века советскими антропологами, возникла в связи с новыми фактами, которые были выявлены в результате генетических исследований соответствующего материала. В 2015 г. образцы костной ткани данного черепа были переданы для археогенетического исследования дДНК, извлечённой из зуба; результаты приводятся в работе [Koptekin et al., 2023]. Радиоуглеродный анализ уточнил датировку краниологического материала, сузив интервал до 206-347 гг. н.э. Результаты аутосомного генетического анализа выявили принадлежность субъекта к локальным популяциям Закавказья, и в том числе мито-гаплогруппе K1a19 [Mt DNA Haplogroup; K1a19, TheYtree URL: <https://www.theytree.com/mttree/K1a19>] и Y-гаплогруппе J-CTS1460 [J1 YDNA

Haplogroup;CTS1460, TheYtree URL: <https://www.theytree.com/tree/J-CTS1460>], также характерных для Закавказья [Алиев с соавт. 2018; Aliev et al., 2021]. Генетические исследования также подтвердили половую принадлежность черепа, который был диагностирован обнаружившими его антропологами как мужской. Антропологами возраст индивида (кому принадлежал этот череп) на момент смерти прогнозировался соответствующим возрасту зрелости (от 30–35 лет до 55–60 лет) по условной рубрикации Р. Мартина [Martin, Saller, 1956].

В настоящее время результаты исследования показали, что исследуемый череп по морфологическим признакам и рельефу мускулатуры явно принадлежал лицу мужского пола. Визуально череп в целом оценивается как мезокраний, что соответствует и фактическим краниометрическим данным (поперечно-продольный индекс – 79,8). С переднего ракурса (*norma facialis*) череп выглядит несколько удлинённым, однако, по результатам краниометрии череп соответствует мезопрозоному варианту (лицевой указатель – 86,4). Черепная крышка при взгляде сверху (*norma verticalis*) выглядит овоидной формы. Результаты краниометрии этого черепа представлены в таблице 1.

Используя результаты краниометрии, провели диагностику возраста и антропологического типа по методике Ш.М. Мусаева, адаптированной для краниологического исследования жителей Кавказа [Мусаев, 1997, 1999]. Результаты соответствующих дискриминантных функций указывали на то, что исследуемый череп, скорее всего, относится к каспийскому антропологическому типу. Каспийский тип считается относительно грацильным вариантом, характеризуется средним или слабым волосным покрытием, скелет удлинённый (в целом рост у представителей несколько выше среднего), череп долихомезоцефальный, лицо средней ширины или узкое, нос выступающий, средней или чуть выше средней длины, относительно тёмные (для европеоидной расы) пигментация кожи и цвет глаз и т.д. [Мусаев, 1997; Касимова, 1975]. Возраст определяли с помощью уравнений множественной линейной регрессии (в качестве входных параметров использовали данные краниометрии и степень инволюции черепа, оцениваемой кра-

ниоскопически). Согласно этим расчётам, исследуемый череп принадлежал мужчине, возраст которого на момент смерти соответствовал примерно 30–37 годам. Отметим, что на черепе сохранились на верхней челюсти справа премоляры, а слева 2-ой премоляр и первый моляр (зубы левой стороны были изъяты для генетических исследований). На нижней челюсти справа сохранились премоляры и два первых моляра, а слева – второй премоляр и два первых моляра. Сильная стёртость коронок зубов не соответствовала степени инволютивных изменений на черепе. Весьма вероятно, упреждающая возраст стёртость была вызвана выполнением каких-то неспецифичных для приёма пищи жевательных действий (вид труда?) или систематическим приёмом жёсткой, грубой пищи (низкий социальный статус?). По этой причине стёртость зубов для оценки инволютивных изменений на черепе не рассматривалась.

Используя результаты краниометрии и краниоскопии, также было выполнено медико-криминалистическое воссоздание внешности по анатомо-морфологическим особенностям черепа. Эти результаты приводятся ниже:

Лоб высокий (судя по линии роста волос). Ширина лба чуть меньше средней, выпуклость по краниометрии прогнозируется чуть меньше средней. Нависание бровей исключается, выраженность надбровных дуг, видимо, была слабой. Брови, скорее всего, были не столь выразительными, располагались по верхнему краю орбит, хвостовая часть их имела изгиб (приблизительно в наружной трети длины всей брови). Длина, ширина, густота бровей и пр. по черепу не определяются, но место изгиба ориентировочно можно взять близко к наружному краю орбиты. Можно сделать их чуть более густыми, чем при стандартной грацильности, ввиду большей подверженности населения того периода адаптации к сезонным изменениям климата и циркадным ритмам.

Глазное яблоко явно было посажено глубоко, орбиты во фронтальной плоскости в своей нижней половине имели различимый наклон несколько кзади, а также кнаружи. Положение глазных щелей (разрез глаз) было либо косонаружным (внутренние углы глаз выше наружных), либо горизонтальным (с меньшей вероятностью).

Таблица 1. Краниометрические параметры черепа с катакомбного захоронения  
Table 1. Craniometric parameters of a skull from a catacomb burial

Параметр	Значение	Параметр	Значение
1. Продольный диаметр	178	Sub.op-la. Высота изгиба затылка	25
8. Поперечный диаметр	142	7. Длина затылочного отверстия	–
17. Высотный диаметр	132	16. Ширина затылочного отверстия	–
20. Ушная высота	112	45. Скуловой диаметр	132
5. Длина основания черепа	96	43. Верхняя ширина лица	100
9. Наименьшая ширина лба	99	46. Средняя ширина лица	88
10. Наибольшая ширина лба	118	48. Верхняя высота лица	69
11. Ширина основания черепа	126	47. Полная высота лица	114
12. Ширина затылка	111	40. Длина основания лица	92
23. Горизонтальная окружность	518	Zm. Зигомаксиллярная ширина	86
24. Поперечная дуга	310	Sub. SS. Высота субспинале	–
25. Сагиттальная дуга	371	Zm <sup>^</sup> . Зигомаксиллярный угол	123
26. Лобная дуга	126	43(1). Бималлярная ширина	89
27. Теменная дуга	131	IOW Sub. Высота назиона	–
28. Затылочная дуга	114	Nm. Назомаллярный угол	142
29. Лобная хорда	108	60. Длина альвеолярной дуги	51
30. Теменная хорда	116	61. Ширина альвеолярной дуги	61
31. Затылочная хорда	97	62. Длина неба	39
Sub. nb. Высота продольного изгиба лба	29	63. Ширина неба	35
Sub. ft. Высота поперечного изгиба лба	21	Возраст (годы)	30-37
55. Высота носа	50	75(1). Угол выступания носа	27
54. Ширина носа	26	33(1). Угол верхней части затылка	–
51. Ширина орбиты от макс.	41	33(2). Угол нижней части затылка	–
51 а. Ширина орбиты от дакр.	–	33(4). Угол перегиба затылка	–
52. Высота орбиты	32	34. Угол затыл. отверстия	–
М.С. Максилло-фронтальная ширина	17	65. Мыщелковая ширина	111
М.С. Максилло-фронтальная высота	–	66. Угловая ширина	94
SC. Симотическая ширина	7,5	68. Длина нижней челюсти от углов	96
SS. Симотическая высота	3	68(1). Длина нижней челюсти от мыщелков	–
DC. Дакриальная ширина	17,5	70. Высота ветви	61
DS. Дакриальная высота	10,5	71 а. Наименьшая ширина ветви	32
S. Высота изгиба скуловой кости	–	67. Передняя ширина	43
C. Ширина скуловой кости	–	69. Высота симфиза	30,5
32. Угол профиля лба от назиона	–	69(1). Высота тела	–
GM/FN <sup>^</sup> . Угол лба от глабеллы	–	69 (3). Толщина тела	10
ft <sup>^</sup> Угол поперечного изгиба лба	–	79. Угол ветви нижней челюсти	–
72. Общий лицевой угол	85	G. Угол выступания подбородка	–
73. Средний лицевой угол	86	FC. Глубина клыковой ямки	5,3
74. Угол альвеолярной части	82	IMC. Длина челюстной вырезки	–
75. Угол наклона носовых костей	58	IMS. Глубина челюстной вырезки	–

Длина глазной щели (прогнозируется 29–32 мм) расценивается как ниже средней (чуть меньше 1/4 ширины лица на уровне зрачковой линии), степень её раскрытия (высота, поперёк щели) малая (прогнозируется 9–10 мм). Слабое нависание верхнего века (почти отсутствовало или незначительно могло проявляться только в наружной её части).

Лоб, его форма и размеры, положение орбит, размеры глазной щели, их расположение и степень нависания века характеризуют верхнюю часть лица. В целом, в облике этого индивида явно различаются европейские черты этой области.

Высота носа была выше средней, а ширина, в целом, ниже средней, но в нижних частях средних размеров. Корень носа был слабо

углублённым, средней ширины. Спинка носа больше прямая, но с незначительной выпуклостью в средней части (могла проявляться как горбинка). Кончик носа несколько мясистый, передняя носовая ость направлена вверх, поэтому положение основания носа прогнозируется приподнятым, либо горизонтальным. Кончик носа прогнозируется средней ширины, несмотря на мясистость, вероятно чуточку вздёрнутый. Нос в целом располагался ассиметрично, с заметным смещением влево. При этом носовая перегородка кривая, смещена вправо (возможно, имела место травма этой области).

Скуловая ширина лица была равна приблизительно 138–142 мм (после прибавки мягких тканей), в анфас воспринимающий мог отмечать некоторое расширение лица в средней части. Нижняя часть скул несколько закруглена, на левой скуле заметна неравномерная аппозиция костной ткани (большая вероятность бывшей травматизации). В целом, при прямоугольной форме лица, область скул мало выделялась, имела, возможно, наклон назад и чуть вниз.

В целом в средней части лица можно отметить смещение носа влево, ноздри могли быть несимметричны, в левой части лица в области скул, левой половины спинки носа и левой верхней челюсти мог быть шрам или рубец, как след травматизации.

Область ротовой щели без видимой патологии, линия смыкания губ, скорее всего, была прямой. Длина ротовой щели прогнозируется 39–50 мм, углы рта скорее были несколько опущены из-за сильной стёртости зубов, толщина губ немного выше средней (толстые, но не пухлые). Нижняя часть лица в целом широкая, нежели пропорциональна средней части лица. Нижняя челюсть немного выше средней высоты и шире средней ширины, подбородок выраженный, выступающий, контур нижней его части, скорее всего, был квадратным. При боковой проекции отмечается выраженный прогнатизм, что свидетельствует о выступавшей у индивида ротовой области и подбородка.

Общая длина ушных раковин (прогнозируется по краниометрии приблизительно 60–62 мм) была несколько больше средних размеров, то есть превосходила немного размер 1/3 высоты

лица. Прогнозируется средневыраженная оттопыренность верхней части ушной раковины.

Результаты всех вышеописанных исследований были представлены в лабораторию для реконструкции внешнего облика по методике [Герасимов, 1949]. Для воссоздания внешности также были рекомендованы данные по пигментации, цвету глаз и волос, густоте и характеру волосяного покрова и т.д. В данном случае были выбраны доминирующие фенотипические признаки, которые соответствовали результатам генетических и расово-популяционных исследований. В ходе этой части работы также использовались фотоматериалы, сделанные в 2015 г. при изъятии образцов для ДНК анализа. Реконструированный внешний облик представлен на рис. 1.

### Обсуждение

Чтобы выяснить, к каким современным народам близок исследуемый индивид, полученные метрические данные черепа обычно сравнивают с аналогичными характеристиками наиболее близких мужских выборок. Сравнительный анализ позволяет оценить таксономическую близость серий или единичных черепов между собой. В качестве инструмента сравнения применяют различные биометрические методы многомерного анализа (метод главных компонент, кластерный анализ, многомерное шкалирование и др.). Однако, в данном случае мы пошли более простым путём. Дело в том, что ещё в 90-ые годы прошлого века была разработана методика (используются канонический и одномерный дискриминантные анализы, множественная линейная регрессия) диагностики по краниометрическим признакам локальных вариантов южно-европейской расы, дифференциальной диагностике принадлежности черепа к популяциям Кавказа, а также определению основных антропологических типов населения Кавказа [Мусаев, 1997]. Был проделан большой объём работы, исследована база по 1067 черепам с Кавказа, 332 черепам из Средней Азии и 135 черепам из различных регионов Юго-Западной Европы. Из них 196 мужских и 139 женских черепов с территории Азербайджана за последние два тысячелетия (выборка черепов 20 века включала 105 мужских и 51 женский че-

реп). Было установлено, что различные наборы дифференциальных признаков (до 50 признаков в зависимости от ситуации) достаточно надёжно отграничивают различные расовые варианты и антропологические типы. Также выявилось, что по большинству краниометрических признаков (около 84%) все исследованные группы Азербайджана I-XX вв. н. э. образуют единое целое. При этом краниометрические различия между антропологическими типами и половыми совокупностями современного населения Кавказа оказались более существенными, чем эпохальные сдвиги на территории Азербайджана в указанном интервале. Также анализ размерных характеристик черепов выявил, что наиболее распространённым антропологическим типом в Азербайджане является каспийский, который с разной частотой встречается на всём Кавказе (равно как и три остальных антропологических типа Кавказа в Азербайджане). Данные

краниометрии позволили разработать критерии для определения хронологической типичности черепа. В ходе этого этапа работы подтвердилось мнение Г.Ф. Дебеца [Мусаев, 1997] о том, что чем архаичнее череп по интегральному набору соответствующих краниометрических показателей, тем индивидуальнее его внешность (соответственно, чем типичнее череп для своего хронологического времени, тем менее индивидуален был облик его обладателя). В ходе настоящей работы мы провели множество вычислений по нескольким диагностикам (определение локального варианта южно-европейской расы, хронологическая классификация, определение деформаций, возраста и т.д.), используя краниометрические данные по исследуемому черепу. Сами дискриминантные функции и численные результаты вычислений здесь не приводятся для компактности текста. По итогам применения соответствующих урав-



Рисунок 1. Череп и реконструированный по нему внешний облик мужчины из шемахинского катакомбного захоронения, 206–347 гг. н. э.

Figure 1. The male skull and its forensic facial reconstruction from the Shamakhi catacomb burial, 206–347 AD.

нений дискриминантного анализа было установлено, что исследуемый череп в формате расовой принадлежности относится к каспийскому антропологическому типу. Кроме того, результаты уравнений диагностики хронологического периода черепа указывали на значения в интервале I-V вв. н.э., тем самым не противоречили данным радиоуглеродного анализа.

Выше мы отмечали некоторые особенности каспийского антропологического типа. Добавим также, что по краниометрии соотношение верхней высоты лица к высотному диаметру черепа у этого типа относительно малое. Можно выделить также относительно крупные размеры мозгового черепа, и наоборот минимальные для Кавказа высоту изгиба скуловой кости, дакриальную высоту, ширину нёба и максиллофронтальную ширину. Вкупе с некоторыми другими параметрами указанный комплекс признаков отграничивает краниометрический портрет этого антропологического типа от переднеазиатского типа (более явно) и пары понтийский тип + кавкасионский тип. При этом понтийский тип наиболее близок из всех к каспийскому.

Резюмируя все вышеприведённые сведения можно заключить, что рассматриваемый индивид (судя по результатам графической реконструкции, а также краниологических и медико-криминалистических исследований) наиболее близок к современным азербайджанцам.

### Заключение

Изучение черепа из катакомбного погребения III-IV вв. (206-347 гг. н. э. по радиоуглеродной датировке) из Шемахинского района Азербайджана позволило осуществить реконструкцию внешности индивида, жившего на территории Азербайджана в древности. В целом, это первая графическая визуализация внешнего облика субъекта из исторического прошлого Закавказья. В расовом отношении индивида можно отнести к каспийскому варианту индо-средиземноморской расы, выраженными представителями которого в настоящее время являются азербайджанцы, что хорошо иллюстрирует графическая реконструкция внешнего облика. Итоги работы наглядно подтверждают

преемственность нынешних азербайджанцев с популяциями древности, которую ранее отмечали археологи, краниологи и генетики. Кроме того, результаты работы ещё раз свидетельствуют о широких возможностях современных технологий при интеграции усилий учёных, представляющих разные научные дисциплины.

### Благодарности

Авторы выражают свою благодарность д.и.н. Веселовской Елизавете Валентиновне за критические замечания и рекомендации к тексту и Александру Штрунову за помощь при организации исследования.

### Библиография

- Алексеев В.П., Дебец Г.Ф. Краниометрия. Методы антропологических исследований. М. 1964. 128 с.
- Алиев А.А., Ибрагимов А.Ш., Халилова И.С. Оценка разнообразия Y-ДНК среди азербайджанцев // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2018. 2018.С. 49–55.
- Веселовская Е.В. Антропологическая реконструкция внешности человека. Разработка и применение новых методических подходов. 2016. Докт. дисс. с приложениями, 194 с.
- Веселовская Е.В., Балыева Т.С. Новые разработки в антропологической реконструкции // Вестник антропологии, 2012. Вып. 22. С.22–42
- Веселовская Е.В. Краниофациальные пропорции в антропологической реконструкции // Этнографическое обозрение, 2015. №2. С.83–98.
- Веселовская Е.В. Единство закономерностей внутригрупповой изменчивости и межгрупповая дифференциация признаков толщины мягких тканей лица у современного человека // Единство и многообразие человеческого рода. Ч.1. М., 1997. С.312–335.
- Герасимов М.М. Основы восстановления лица по черепу. М., Советская наука. 1949. 188 с.
- Зинин А.М., Подволоцкий И.Н., Юхин С.Н. Использование программы AdobePhotoshop при проведении портретных экспертиз и исследований. М. 2002. 38 с.
- Касимова Р.М. Антропологическое исследование черепов из Мингечаура (в связи с изучением этногенеза азербайджанского народа). Баку. 1960. 136 с.
- Касимова Р.М. Антропологические исследования современного населения Азербайджанской ССР. Баку: Изд-во Элм, 1975, 100 с.
- Молчанов Д.В. Использование возможностей программы AdobePhotoshop в фотопортретной экспертизе // Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы, 2018. №17. С. 158–160.
- Мусаев Ш.М. Возможности краниометрических исследований при судебно-медицинской идентификации личности жителей Кавказа. Автореферат дисс. ... докт. мед. наук. Москва, 1997, 40 с.

Мусаев Ш.М. Медико-криминалистическая краниологическая идентификация жителей Кавказа. Баку. 1999. 130 с.

Медико-криминалистическая идентификация. Настольная книга судебно-медицинского эксперта. Под ред. В.В. Томилина. Москва. 2000. 472 с.

#### Информация об авторах

Ибрагимов Анар Шамистан оглы; к.м.н.; ORCID ID: 0000-0001-6426-3246; anar.ibrahimov@khazar.org

Алиев Акпер Алиназар оглы; ORCID ID: 0000-0002-3729-815X; AzerbaijanDNAProject@gmail.com

Евсеев Роман Васильевич; ORCID ID: 0000-0001-8826-3961; hyaenodon2@gmail.com

Поступила в редакцию 18.01.2023,  
принята к публикации 20.02.2023.

Ibrahimov A.S.<sup>1)</sup>, Yevseyev R.V.<sup>2)</sup>, Aliev A.A.<sup>3)</sup>

1) Biological Sciences Dep., Khazar University;  
Baku, Meskheti str., 41, Baku, AZ1096, Azerbaijan

2) «Other worlds studio», Nagornaya st., 36, Moscow, 117186, Russia;

3) Azerbaijan DNA Project, FTDNALab., 1445 N Loop W Fwy, Ste 820, Houston, TX 77008, USA

## FORENSIC FACIAL RECONSTRUCTION OF A MAN FROM THE SHAMAKHIGRAVE FIELD OF THE EARLY MEDIEVAL PERIOD

**Introduction.** *Until now, no work has been carried out to reconstruct the external appearance of the ancient population of Transcaucasia. In order to fill this gap, this study of the skull of a man from an early medieval catacomb burial in the Shamakhi region of Azerbaijan was undertaken. Craniometric and odontometric measurements determined the sex, racial type, age at death, revealed pathologies of the dentition and various traumatic injuries.*

*The purpose of the work was to obtain primary information about the appearance of people who lived in the first centuries of our era on the territory of Azerbaijan and thereby attract scientific attention to this problem.*

**Materials and methods.** *The skull, found in 1949 by the expedition of R.M. Kasimova with the participation of G.F. Debets, underwent an anthropological study according to classical programs to determine age, gender and race. Lifetime appearance restoration in the form of a graphic portrait in isometric projection was carried out according to the method of M.M. Gerasimov and E.V. Veselovskaya using Adobe Photoshop CC 2020 graphics editor.*

**Results.** *A table of individual measurements of the skull is presented, lifetime dimensions of the head are calculated, and a verbal description of the appearance is given. In racial terms, the subject can be attributed to the Caspian subtype of the Indo-Mediterranean race, the most characteristic modern representatives of which are Azerbaijanis, which also illustrates the reconstructed graphic appearance.*

**Discussion.** *The metric data of the skull were compared with similar characteristics of the closest male samples, which included a total of over 1300 skulls from the Caucasus, Central Asia, and Southwestern Europe. Based on the results of applying the corresponding discriminant analysis equations, it was found that the studied skull in the racial format belongs to the Caspian anthropological type.*

**Conclusion.** *As a result of the reconstruction of the appearance of the skull of a man from the early medieval burial ground in the Shamakhi region of Azerbaijan, paleoanthropological material unique for the Transcaucasian region was obtained for the first time. Previous archaeogenetic studies confirmed its belonging to the local population of Transcaucasia.*

**Keywords:** craniology; reconstruction of appearance; Azerbaijanis; Shemakha burial ground; Caspian type; catacomb burial

DOI: 10.32521/2074-8132.2023.1.129-137 (MUAB)

## References

- Alekseev V.P., Debets G.F. *Kraniometriya. Metody antropologicheskikh issledovaniy* [Cranio-metry. Anthropological research methods]. Moscow, 1964. 128 p. (In Russ.).
- Aliev A.A., Ibrahimov A.S., Khalilova I.S. Ocenka raznoobraziya Y-DNK sredi azerbajdzhancev [Evaluation of Y-DNA diversity of Azerbaijanis]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2018, 4, pp. 49–55. (in Russ.).
- Veselovskaya E.V. *Antropologicheskaya rekonstrukciya vneshnosti cheloveka. Razrabotka i primenenie novykh metodicheskikh podhodov*. [Anthropological reconstruction of human face. Development and application of new methodological approaches]. Abstract of Dr. of sciences thesis including supplements 2016, 194 p. (in Russ.).
- Veselovskaya E.V., Balueva T.S. Novye razrabotki v antropologicheskoy rekonstrukcii [New developments in anthropological reconstruction]. *Vestnik antropologii* [Herald of anthropology], 2012, 22, pp. 22–42. (In Russ.).
- Veselovskaya E.V. Kraniofacialniye proporcii v antropologicheskoy rekonstrukcii [Craniofacial proportions in anthropological reconstruction]. *Etnograficheskoe obozrenie* [Ethnographic review], 2015, 2, pp. 83–98. (In Russ.).
- Veselovskaya E.V. Edinstvo zakonomernostey vnutrigruppovoy izmenchivosti i mezhruppovaya differenciatsiya priznakov tolshhiny myagkikh tkaney lica u sovremennogo cheloveka [The unity of patterns of intragroup variability and intergroup differentiation of signs of the thickness of the soft tissues of the face in modern human]. In *Edinstvo i mnogoobrazie chelovecheskogo roda. Ch. 1*. [Unity and diversity of the human race. Chapter 1], Moscow, 1997, pp. 312–335. (in Russ.).
- Gerasimov M.M. *Osnovy vosstanovleniya lica po cherepu* [Basics of facial reconstruction by skull], Moscow, 1949, 188 p. (In Russ.).
- Zinin A.M., Podvolockij I.N., Juhin S.N. *Ispolzovanie programmy Adobe Photoshop pri provedenii portretnykh ekspertiz i issledovaniy* [Using of the Adobe Photoshop software in proceeding of portrait examinations and research], Moscow, 2002, 38 p. (In Russ.).
- Kasimova R.M. *Antropologicheskoe issledovanie cherepov iz Mingechaura (v svyazi s izucheniem etnogeneza azerbaydzhanskogo Naroda)* [Anthropological study of skulls from Mingachevir (in connection with the study of the ethnogenesis of the Azerbaijani people)], Baku, 1960. 136 p. (In Russ.).
- Kasimova R.M. *Antropologicheskie issledovaniya sovremennogo naseleniya Azerbaydzhanskoy SSR* [Anthropological studies of the modern population of the Azerbaijan SSR], Baku, "Elm" Publishing house, 1975. 100 p. (In Russ.).
- Molchanov D.V. Ispolzovanie vozmozhnostey programmy Adobe Photoshop v fotoportretnoy ekspertize [Using the capabilities of Adobe Photoshop software portrait examination]. *Izbrannyye voprosy sudebno-meditsinskoj ekspertizy* [Selected issues of forensic examination], 2018, 17, pp. 158–160 (In Russ.).
- Musaev Sh.M. *Vozmozhnosti kraniometricheskikh issledovaniy pri sudebno-meditsinskoj identifikacii lichnosti zhiteley Kavkaza* [Possibilities of craniometric studies in forensic medical identification of residents of the Caucasus]. Abstract of Dr. of sciences thesis, Moscow, 1997, 40 p. (In Russ.).
- Musaev Sh.M. *Mediko-kriminalisticheskaya kraniologicheskaya identifikatsiya zhiteley Kavkaza* [Medical and forensic craniological identification of the inhabitants of the Caucasus], Baku, 1999, 130 p. (In Russ.).
- Mediko-kriminalisticheskaya identifikatsiya. Nastol'naya kniga sudebno-meditsinskogo eksperta*. Pod red. V.V. Tomilina [Forensic identification. The handbook of the forensic medical expert], Moscow, 2000, 472p. (in Russ.).
- Aliev A.A., Ibrahimov A.S., Shadlinski V.B. Patrilineal and Matrilineal Genetic Diversity in Azerbaijan. *Biomedical Statistics and Informatics*, 2021, 3 (6), pp. 59–64.
- Koptekin D., Yüncü E., Rodríguez-Varela R., EzgiAltınışık N., Psonis N. et al. Spatial and temporal heterogeneity in human mobility patterns in Holocene Southwest Asia and the East Mediterranean. *Current Biology*, 2023, 33, pp. 1–17. DOI: 10.1016/j.cub.2022.11.034
- Martin R., Saller K. *Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1956–1962, 2, pp. 579–991.
- J1 YDNA Haplogroup; CTS1460, The Y tree. Available at: <https://www.theytree.com/tree/J-CTS1460>, Accessed 10.01. 2023.
- K1MtDNA Haplogroup; K1a19, The Y tree. Available at: <https://www.theytree.com/mttree/K1a19>, Accessed 10.01. 2023.

## Information about the authors

Ibrahimov Anar Sh.; Ph.D.; ORCID ID: 0000-0001-6426-3246; [anar.ibrahimov@khazar.org](mailto:anar.ibrahimov@khazar.org)

Yevseyev Roman V.; ORCID ID: 0000-0001-8826-3961; [hyaenodon2@gmail.com](mailto:hyaenodon2@gmail.com)

Aliev Akper A.; ORCID ID: 0000-0002-3729-815X; [AzerbaijanDNAProject@gmail.com](mailto:AzerbaijanDNAProject@gmail.com)



Еськова Д.К., Леонова Е.В.

*Институт археологии Российской академии наук,  
ул. Дм. Ульянова, 19, Москва, 117292, Россия*

## ВРЕМЯ ПОЯВЛЕНИЯ ТЕХНИКИ ОТЖИМА ПЛАСТИНЧАТЫХ ЗАГОТОВОК НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ И ХРОНОЛОГИЯ ЕЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НА СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

**Введение.** В статье рассматривается проблема хронологии появления на Северо-Западном Кавказе техники отжима пластинчатых сколов и возможных путей распространения этой инновации.

**Материалы и методы.** Исследование базируется на материалах из раннеголоценовых слоев пещеры Двойная и навеса Чыгай. Для определения возраста культурных отложений использован радиоуглеродный AMS метод. Проведен технологический анализ каменного инвентаря.

**Результаты и обсуждение.** Самый ранний пример применения техники отжима зафиксирован в слое 4/5 пещеры Двойная, и слоях 3–5 навеса Чыгай, датированных 11,3–8,5 и 11,1–8,5 кал. тыс. л. до н.э. соответственно. В слое 4/5 пещеры Двойная выявлен полный технологический контекст получения пластинок и микропластинок отжимом. В слоях 3–5 навеса Чыгай выявлены пластинчатые заготовки с морфологическими признаками, характерными для техники отжима. В обоих случаях метрические параметры пластинчатых сколов, полученных при помощи отжима, указывают на использование Мо-да 3 (отжим сидя). Распространение техники отжима из Приэльбрусья не представляется вероятным, так как в раннем голоцене на Северо-Западном и Центральном Кавказе сосуществовали две различные технологические традиции. Время появления Мо-да 3 отжима на Северо-Западном Кавказе совпадает с бытованием наиболее ранних памятников млефаатской и немриканской культур на юге и памятников ранней стадии бутовской культуры на севере. «Промежуточное звено» как между ранним млефаатом, немрикианом, так и северными культурами и памятниками Северо-Западного Кавказа пока отсутствует.

**Заключение.** Раннее время появления техники отжима на Северо-Западном Кавказе в его сложном виде (Мод 3) свидетельствует о заимствовании этой технологической инновации и стремительном темпе ее распространения в начале голоцена.

**Ключевые слова:** историческая антропология; археологические материалы; каменный век; ранний голоцен; Кавказ; AMS-радиоуглеродное датирование; технология расщепления камня; техника отжима

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-23-15-1-12 (LJA)

### Введение

За последние десятилетия значительно расширилась источниковая база археологических материалов Северо-Западного Кавказа рубежа плейстоцена и голоцена, получены серии радиоуглеродных дат. Появление коллекций каменного инвентаря из стратифицированных памятников позволяет проследить во времени изменение облика индустрий как с типологической,

так и с технологической точек зрения, а абсолютные датировки комплексов – выявить последовательность появления технологических новаций на фоне широкого географического контекста. Появление и быстрое распространение на обширных территориях ойкумены сложных техник обработки камня, к которым относится и техника отжима для снятия пластинчатых заготовок, может свидетельствовать о контактах населения

или о прямых миграциях [Pelegrin, 2012]. Намечено несколько областей, где зафиксированы наиболее ранние факты применения техники отжима [Inizan, 2012], но пока эта карта имеет довольно много белых пятен, включая и территорию Кавказа [Там же, fig. 12.15].

Обсуждение путей и темпа распространения этой технологической инновации строится на концепции о постепенном ступенчатом возрастании сложности техники отжима пластинчатых сколов в результате изобретения новых способов отжима (модов), обеспечивающих возможность приложения все большей силы импульса при скалывании максимально «правильных» и стандартизированных пластинчатых заготовок, и, как следствие, получение сколов все большего размера [Pelegrin, 2012]. В понятие «способ отжима» входит положение мастера относительно нуклеуса, параметры (конструкция и длина) отжимника и способ фиксации нуклеуса; выделяется пять основных модов: Мод 1 – ручной отжим, Мод 2 – отжим от плеча с использованием короткого отжимника, Мод 3 – отжим в положении сидя с использованием короткого отжимника, Мод 4 – отжим в положении стоя с использованием длинного отжимника, Мод 5 – отжим с использованием механической силы рычага. Предполагается, что независимое изобретение сложных видов отжима, начиная с Мода 3 без предшествующего опыта использования более простых фактически невозможно [Pelegrin, 2012].

### Материал и методы

Для материалов двух соседних многослойных памятников пещеры Двойная и навеса Чыгай в предгорьях Северо-Западного Кавказа (Мостовской район Краснодарского края, Губское ущелье), содержащих культурные слои конца плейстоцена – начала голоцена, были получены серии радиоуглеродных дат, в том числе методом ускорительной масс-спектрометрии (AMS) [Леонова, 2015; 2021]. Образцы для радиоуглеродного AMS анализа отбирались по профилю, с четкой привязкой к стратиграфическим подразделениям. В пещере Двойная полная стратиграфическая колонка включает в себя 6 подразделений, слои рубежа плейстоцена и голоцена,

содержащие материалы раннего и позднего мезолита (слои 6 и 4/5 соответственно) залегают под мощным горизонтом обвала Д 1 (слой 3).

В навесе Чыгай (находится в 30 м к западу от пещеры Двойная) полная мощность культурных отложений пока не изучена. Выделено 14 литологических слоев, содержащих артефакты энеолита и неолита (?) (слои 1, 2), мезолита (3–9) и верхнего палеолита (10–14). Близкие по возрасту материалам слоя 4/5 пещеры Двойная находки навеса Чыгай залегают в слоях 3–5. Ниже залегают более ранние мезолитические слои с незначительным количеством артефактов [Леонова, 2021].

Типологический анализ каменного инвентаря обоих памятников и трасологическое исследование выборки из коллекций, выявило последовательную смену минимум четырех различных индустрий [Леонова, 2015; Aleksandrova, Leonova, 2017].

Коллекция каменного инвентаря слоя 4/5 пещеры Двойная составляет 2917 предметов. Предметы из десквамационных горизонтов в данной работе не рассматриваются. Основой для описательной статистики пластинчатых сколов слоя 4/5 послужила случайная выборка из 325 предметов. Коллекция из слоев 3–5 навеса Чыгай насчитывает немногим более ста артефактов, включая микродебитаж. Несмотря на малочисленность, она является ценным сравнительным материалом, благодаря четкой стратиграфии и точной привязке к хронологической шкале.

Определение использования техники отжима пластинчатых сколов строится на основе присутствия в каменном инвентаре характерных продуктов расщепления, относящихся к одному технологическому контексту: нуклеусов определенной морфологии, сколов их оживления, а также пластинчатых сколов [Tixier, 1976; Inizan, Lechevallier, 1994 и др.]. Для нуклеусов, относящихся к отжимному контексту, характерна «рифленая» или «каннелированная» («напоминающая поверхность античной колонны») поверхность расщепления, сформированная негативами регулярных параллельных однонаправленных снятий [Inizan, Lechevallier, 1994; Tixier, 1976]. Для морфологии сколов, полученных при помощи отжима типичны следующие признаки: прямые параллельные края и ребра сколов, тон-

кое сечение, меньшая ширина площадки скола относительно его максимальной ширины, равномерная толщина скола, прямой или очень слабо изогнутый профиль скола, угол скалывания близкий к прямому, короткий и относительно сильно выраженный ударный бугорок, редуцированный карниз [Гиря, 1997; Inizan et al., 1999; Pelegrin, 2006; Sørensen et al., 2013].

## Результаты

Технологический анализ индустрии слоя 6 пещеры Двойная не выявил каких-либо признаков использования техники отжима [Еськова с соавт., 2022; Eskova, Fedorova, 2020]. В пещере Двойная использование техники отжима с полным технологическим контекстом фиксируется только для материалов верхнего культурного слоя (4/5). К указанному контексту относятся нуклеусы с «каннелированной» поверхностью расщепления, один скол оживления площадки нуклеуса, микропластинки и пластинки. Представлено два типа нуклеусов с регулярной, «каннелированной» поверхностью расщепления: преобладают конические и подконические с точечным концом и фасетированной площадкой (5 экз.), один нуклеус с плоской поверхностью расщепления и гладкой площадкой. Высота истощенных нуклеусов не превышает 4 см, ширина последних негативов пластинчатых снятий равняется 4–5 мм. Пластинчатые сколы, определенно или с высокой степенью вероятности полученные при помощи отжима, насчитывают 96 экз.: 41 микропластинка (шириной до 6 мм включительно) и 55 пластинок (шириной от 7 до 12 мм включительно) [Еськова с соавт., 2022: рис. 4, 5]. Сопоставление диапазона значений ширины отжимных сколов из верхнего слоя пещеры Двойной с экспериментальными данными относительно различных модов отжима [Pelegrin, 2012] позволяет сделать вывод, что обитателям пещеры Двойной был известен Мод 3 техники отжима. Скалывание более крупных пластинчатых сколов, ширина которых достигает 25 мм, а толщина – 9 мм, осуществлялось при помощи удара с использованием посредника [Еськова и др., 2022]. Ни один из продуктов расщепления, относящихся к отжимному технологи-

ческому контексту, не имеет признаков тепловой обработки кремня.

Для верхнего культурного слоя (4/5) было получено 6 радиоуглеродных дат в диапазоне от 11,3 до 8,5 тыс. кал. л. до н.э. (Табл. 1); для перекрывающих отложений – три даты от 8,2 до 7,1 кал. тыс. л. до н. э., две из них получены по образцам из шурфа 2007 г., стратиграфия которого схожа со стратиграфией раскопа, но пока эти площади не соединены [Леонова, 2015], и еще одна – по образцу из нижней части горизонта обвала (Д 1). То есть залегающие под обвалом культурные отложения не моложе 7,1 кал. тыс. лет до н.э.

Фрагменты пластинчатых сколов и заготовки микролитов слоев 3–5 навеса Чыгай по морфометрическим характеристикам соответствуют таковым из слоя 4/5 пещеры Двойная: пластинки и микропластинки регулярной огранки прямого или слабоизогнутого профиля; равномерной, за редкими исключениями, толщины, а также более крупные пластины с выраженным изгибом и/или неравномерной толщины и огранки. Среди небольшой коллекции каменного инвентаря есть лишь один скол, который можно отнести к определенно полученным при помощи отжима – это ретушированная проксимальная часть пластинки с углом скалывания  $93^\circ$  [Еськова с соавт., 2022]. Ширина этой пластинки – 11 мм, то есть выходит за границу возможного диапазона для ручного отжима или отжима от плеча, соответствует Моду 3. Возраст материалов навеса Чыгай из слоев 2–5 намечен шестью радиоуглеродными датами (табл. 1). Наиболее древние даты слоев 3–5 получены по раковинам моллюсков *Helix*, привязка которых возможна только к нескольким литологическим слоям сразу (Табл. 1). Наиболее релевантный возраст, на наш взгляд, отражен во временных диапазонах для конкретных стратиграфических подразделений: 9237-8574 и 10667-9461 кал. л. до н.э. (4 и 5 слои соответственно).

Предварительно можно сделать заключение о сходстве между технологией расщепления камня в слое 4/5 пещеры Двойной и слоях 3–5 навеса Чыгай. То есть уже не позднее середины 9 тыс. до н. э. на Северо-Западном Кавказе распространен Мод 3 техники отжима (рис. 1).

**Таблица 1. Радиоуглеродные даты пещеры Двойная и навеса Чыгай (\*анализ проведен ЦКП «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» ИГ РАН)**  
**Table 1. Radiocarbon dates of Dvoynaya Cave and Chygai Rockshelter (\*analysis carried out in the Laboratory of radiocarbon dating & electronic microscopy IG RAS)**

Слой, глубина	Материал	Лаб. номер	Дата C <sup>14</sup>	Cal BC 95.4 (2 sigma)	Источник
Навес Чыгай					
Слой 2	уголь	IGAN <sub>AMS</sub> 8653*	6380±25	5470–5435 0.139 5389–5306 0.825 5248–5228 0.036	Публ. впервые
Шурф 2006 г. Слой 4 (?)	коллаген	Ki-13465	9560±100	9237–8700 0,969 8677– 8639 0,031	Леонова, 2015
Слои 4-5-6-7	раковины моллюсков	ЛЕ-8314 (IGSB – 1357)	11060±190	11162–10861 0,962 10856–10819 0,038	Леонова, 2015
Слой 5	раковины моллюсков	ЛЕ-8313 (IGSB – 1358)	10300±130	10667–10573 0,045 10562–9662 0,947 9577–9556 0,006 9472–9461 0,002	Леонова, 2015
Слой 4-5	раковины моллюсков	ЛЕ-8315 (IGSB – 1356)	10545±120	10788–10093 0,998 10062–10058 0,002	Леонова, 2015
Слой 4	уголь	IGAN <sub>AMS</sub> 8654*	9410±30	8786–8615 0.993 8580–8574 0.007	Публ. впервые
Пещера Двойная					
шурф 2007 г. над Д1	коллаген	Ki - 14484	8330±70	7571–7566 0,004 7539–7175 0,990 7097–7088 0,006	Леонова, 2015
Шурф 2007 г. над Д1	коллаген	Ki - 14485	8880±60	8242–7791 1,000	Леонова, 2015
Шурф 2007 г. ниже Д1 слой 4/5-?	уголь	Ki - 14486	10240±250	10724–9302 1.000	Леонова, 2015
Слой 3 (Д1)	уголь	IGAN <sub>AMS</sub> 8592*	8520±30	7591–7532 1.000	Публ. впервые
Слой 4/5	коллаген	IGAN <sub>AMS</sub> 8585*	9375±25	8735–8601 0.846 8598–8561 0.154	Публ. впервые
Слой 4/5	коллаген	IGAN <sub>AMS</sub> 8588*	9540±30	9125–8991 0.495 8988–8979 0.008 8930–8755 0.497	Публ. впервые
Слой 4/5 низ	коллаген	IGAN <sub>AMS</sub> 8591*	9880±30	9443–9427 0.045 9395–9268 0.955	Публ. впервые
Слой 4/5 (или 6?)	уголь	IGAN <sub>AMS</sub> 8603*	11390±30	11368–11229 1.000	Публ. впервые
Слой 4/5	уголь	IGAN <sub>AMS</sub> 8593*	10230±30	10051–9867 0.992 9825–9817 0.008	Публ. впервые

### Обсуждение

Появление сложных вариантов отжима (Моды 3–5) в сообществах, ранее не имевших опыта в использовании простых приемов этой техники, оценивается как крайне маловероятное [Pelegriñ, 2012; Sørensen et al., 2013]. Это позволяет предположить, что раннеголоценовые индустрии пещеры Двойная (сл. 4/5) и навеса Чыгай

возникли в результате прямой миграции населения или интенсивных контактов. С целью выявления вероятных источников, определения времени и реконструкции путей распространения инновации мы собрали данные о хронологии появления техники отжима в соседних регионах (рис. 1).

Ближайшие аналогии материалам пещеры Двойная и навеса Чыгай находятся в коллекциях многослойных памятников *Центрального Кав-*

каза: грот Сосруко и навес Бадыноко [Леопова, 2015; Leonova, 2021]. В гроте Сосруко три верхних слоя рубежа плейстоцена-голоцена разделены мощными стерильными прослойками [Замятнин, Акритас, 1957; Golovanova et al., 2020; Leonova, 2021]. Технологический анализ каменного инвентаря слоев М-3, М-2 и М-1 грота Сосруко позволил установить, что наиболее раннее появление отжимной техники фиксируется в слое М-2 (9658–9296 кал. л. до н.э.), а

полный технологический контекст, связанный со скалыванием микропластинок и узких пластинок при помощи отжима – в слое М-1 (8252–7962 кал. л. до н.э.) [Еськова с соавт., 2022; Leonova, 2021]. В навесе Бадыноко артефакты залегают без видимых перерывов по вертикали, основные слои подразделены на горизонты в лабораторных условиях [Зенин, Орлова, 2006; Seletskiy et al., 2017]. Продукты расщепления, относящиеся к отжимному технологическому контексту,

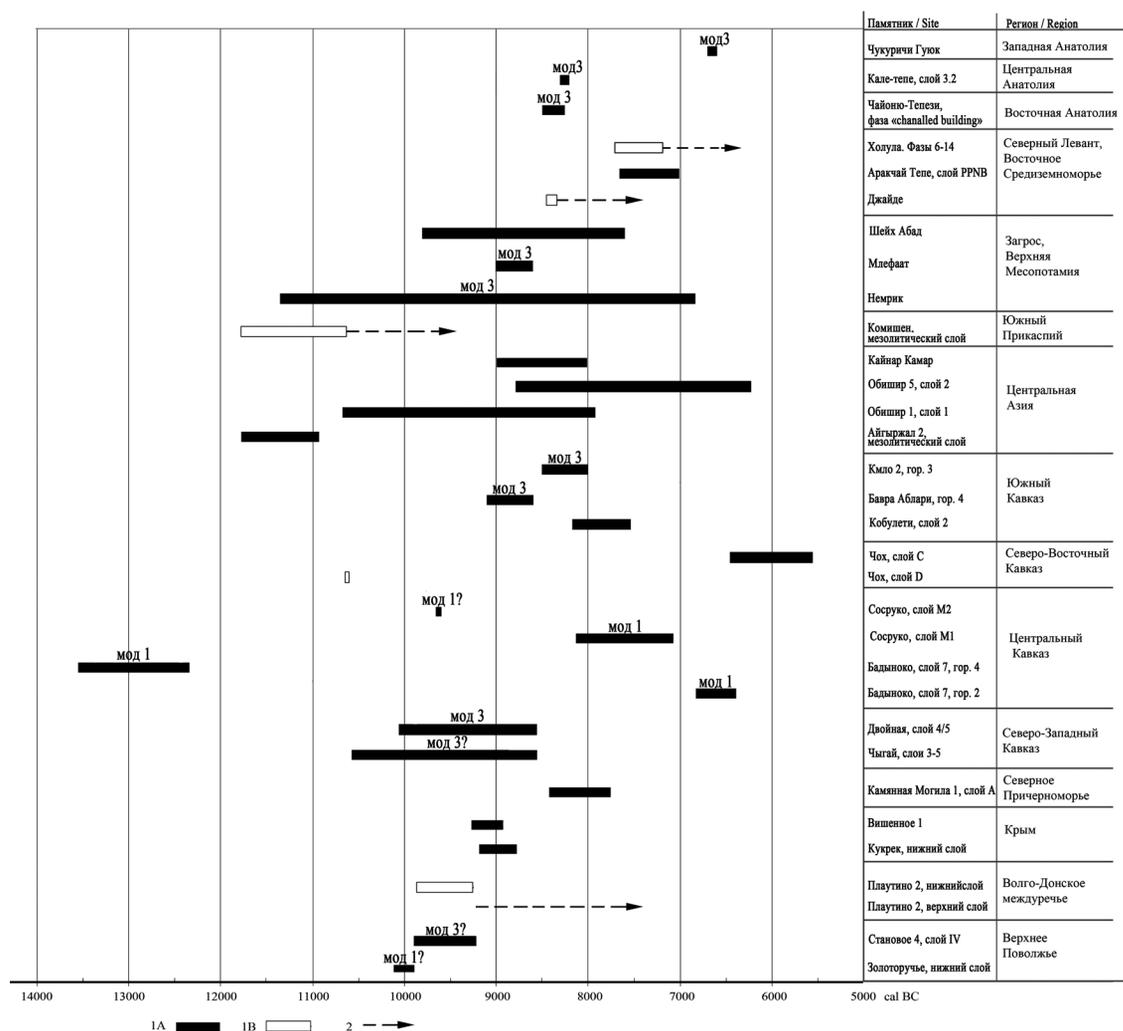


Рисунок 1. Хронология появления техники отжима пластинчатых сколов на Северо-Западном Кавказе и сопредельных территориях. Условные обозначения:

1. Диапазон радиоуглеродных дат ( $2\sigma$ ) для индустрий А) с отжимом; В) без отжима;

2. Предполагаемый возраст появления техники отжима

Figure 1. Chronology of the pressure blade making emergence in the North-Western Caucasus and neighbouring regions. Legend: 1. Range of radiocarbon dates ( $2\sigma$ ) for lithic industries A) with pressure technique; B) without pressure technique. 2. The estimated age of the pressure blade making emergence

выявлены в горизонтах 1–4 слоя 7. Горизонт 4 слоя 7 датируется в диапазоне 13547–12339 кал. л. до н.э., горизонт 2 – 6821–6392 кал. л. до н.э. [Seletskiy et al., 2017].

Несмотря на существенные расхождения в данных о возрасте индустрий Сосруко и Бадыноко (рис. 1), технологические характеристики сходны: применялся вариант отжима Мод 1; целевая заготовка – микропластинка и узкая пластинка; использовалась тепловая обработка кремня [Еськова с соавт., 2022; Seletskiy et al., 2017, 2019].

Таким образом, на Северо-Западном и Центральном Кавказе в раннем голоцене существовали две различные технологические традиции отжима. На Северо-Восточном Кавказе пока нет данных о раннем появлении техники отжима [Amirkhanov, 2022].

На основании абсолютной хронологии можно выделить два или три предположительно независимых очага возникновения отжимной техники в Евразии.

В *Восточной Азии* отжим появляется очень рано и быстро распространяется в регионе (север Китая, Монголия, Корея, Япония, российский Дальний Восток) [Inizan, 2012]. Наиболее ранние даты для индустрий с отжимом микропластинок методом юбетсу – 30–25 кал. тыс. л.н. [Coutouly, 2018]. В пользу модели распространения отжима с востока на запад из одного (восточноазиатского) центра [Inizan et al., 1992; Inizan, 2012] говорит существенный хронологический разрыв (10 тыс. лет и более) между временем закрепления техники в Восточной Азии и ее широкого распространения на территории остальных регионов мира.

Наиболее ранние даты для индустрий с техникой отжима в *Центральной Азии* получены для материалов мезолитического слоя стоянки Айгирджал 2 (Центральный Тянь-Шань) – 11,7–10,9 кал. тыс. л. до н.э. [Motuzaitė-Matuzevičiūtė et al., 2017; Nishiaki, 2021]. Каменная индустрия опубликована лишь частично, продуктов расщепления, однозначно указывающих на использование техники отжима, среди опубликованных предметов нет [Abdykanova, 2014]. К более позднему времени (8,7–6,2 кал. тыс. л. до н.э.) относится индустрия слоев 2–3 стоянки Обишир

5 (юг Ферганской долины) [Shnaider et al., 2017b]. Скалывание микропластинок в слое 1 стоянки Обишир 1, предположительно, производилось при помощи отжимной техники [Shnaider et al., 2017a]. Единственная дата с большой погрешностью определяет возраст в широком диапазоне – 10,7–7,8 кал. тыс. л. до н.э. (рис. 1). Западнее, на юго-востоке Узбекистана, в материалах всех верхних слоев пещеры Кайнар Камар есть признаки использования отжимной техники скалывания пластинок, наиболее раннее проявление которой предварительно оценивается 11 тыс. л.н. [Nishiaki et al., 2019; Nishiaki, 2021].

В некотором противоречии с моделью распространения отжимной техники с востока на запад находится древняя дата индустрии памятника Ак-Купрук II (северо-восточная часть Иранского нагорья) – около 14,6 тыс. л. до н.э. [Davis, 2019]. В позднепалеолитической индустрии Ак-Купрук II было выявлено скалывание микропластинок при помощи отжима и термическая обработка сырья [Inizan, Tixier, 2000].

В *Южном Прикаспии* в пещере Комишан отжим был зафиксирован в неолитическом слое памятника, который не имеет абсолютных дат. В материалах нижележащего слоя с сегментами (10628–11771 кал. тыс. л. до н.э.), признаков применения техники отжима не выявлено [Jayez, Nasab, 2016. P. 78]. В *Восточном Прикаспии* пока недостаточно данных для определения времени появления там индустрий с отжимной техникой скола.

В *Верхней Месопотамии* характерные продукты отжимной техники расщепления выявлены в слоях PPNB поселения Немрик 9 уже на первой стадии (фаза 1) бытования поселения, которое просуществовало более полутора тысяч лет от 10000 до 8000 л. до н.э. [Inizan, Lechevalier, 1994; Kozłowski, 2002]. Техника отжима соответствует Моду 3 [Binder, 2007; Pelegrin, 2012], нуклеусы даже на финальной стадии сохраняют естественную заднюю поверхность, нет карандашевидных; характерна тепловая обработка кремня [Inizan, Tixier, 2000].

В *Загросе* фиксируется четкий разрыв между технологическими традициями зарзийской индустрии эпипалеолита и млефаатской неолитической индустрии [Ohnuma, 2008]. Признаки применения техники отжима уже в ее раз-

витом виде (Мод 3) отмечены на памятниках раннего млефаата. Наиболее ранние даты получены для поселения Шейх Абад – 9800–7600 л. до н. э. [Matthews et al., 2010; Nasab et al., 2013]. Для индустрии характерно скалывание пластинок и микропластинок при помощи отжима, тепловая обработка кремня, нуклеусы на финальной стадии расщепления карандашевидные [Inizan, Lechevalier, 1994; Inizan, Tixier, 2000; Binder, 2007; Inizan, 2012].

В *Юго-Восточной Анатолии* на опорном памятнике Чайюню-Тепези время появления техники отжима соответствует субфазе «построек с каналами в фундаменте» (Chanelled buildings), датируемой в диапазоне 8500–8250 кал. л. до н.э. Для индустрии характерно сочетание двух видов отжима – ручного (Мод 1), и отжима сидя (Мод 3), признаков термической обработки кремня не выявлено [Binder, 2007].

В *Центральной Анатолии* на стоянке-мастерской Калетепе, расположенной вблизи выходов обсидиана Гёллу-Даг, самое раннее проявление отжимной техники зафиксировано в индустрии слоя 3.2 локуса Р, 8300–8200 кал. л. до н. э. Способ получения обсидиановых пластинок и пластин соответствует Моду 3. На ряде памятников, датируемых сер. 9 тыс. до н.э., был выявлен импорт обсидиановых отжимных пластин из Гёллудагских мастерских, что позволяет предположить появление техники отжима в регионе несколько ранее – уже в середине 9 тыс. до н. э. [Binder, Balkan-Atli, 2001; Binder, 2007].

В *Западной Анатолии* ранее 7 тыс. до н. э. нет свидетельств применения отжимной техники. Скалывание пластинок посредством отжима сидя зафиксировано на мастерской Чукуручи Гуюк, датированной 6700–6600 кал. л. до н. э. [Milic, Norejs, 2017].

На территорию *Северного Леванта* отжимная техника скалывания проникает относительно поздно. В среднем и позднем PPNB, на памятнике Акарчай на севере региона, граничащем с Восточной Анатолией, в слоях, датированных 7650–7000 л. до н.э. [Özbaşaran, Duru, 2011], зафиксировано применение отжимной техники скалывания, появление которой связывается с культурными импульсами из Восточной Анатолии [Borrel, Molist, 2014]. Южнее, в сред-

нем течении Евфрата, в середине 8 тыс. до н. э. все еще практиковалось только расщепление при помощи прямого удара [Borrel, 2007].

Наиболее раннее появление техники отжима пластинчатых сколов на *Южном Кавказе* зафиксировано в горизонте 3 Кмло 2 (сер. 9 – сер. 8 тыс. до н. э.), слое 4 Бавра-Аблари (сер. 9 – сер. 8 тыс. л. до н. э.) [Varoutsikos, 2015] и в слое 2 стоянки Кобулету (8170–7532 кал. л. до н.э.) [Manko, Chkhatarashvili, 2020]. В индустрии стоянки Кобулету реконструируется применение ручного отжима (Мод 1) [Там же], а в мезолитических индустриях Бавра-Аблари и Кмло-2 – отжим сидя (Мод 3) [Varoutsikos, 2015]. Культурные отложения последних не разделены стерильными прослойками и содержат разновременные материалы от мезолита до средневековья (Кмло-2) и от мезолита до эпохи бронзы (Бавра-Аблари). Коллекция мезолитического слоя Бавра-Аблари мала, чуть более 100 предметов. Технологический контекст, связанный с отжимом, неполон [Varoutsikos et al., 2017]. Имеющиеся данные о времени распространения Моды 3 на Южном Кавказе, таким образом, предварительны и требуют подтверждения.

Появление Моды 3 техники отжима в Верхней Месопотамии и Загросе совпадает по времени с северозападнокавказскими индустриями с отжимом (рис. 1). Учитывая достаточно широкий временной диапазон, млефаатская и немриканские индустрии могут теоретически рассматриваться в качестве источника технологической традиции раннего голоцена Северо-Западного Кавказа, но на Южном Кавказе пока неизвестны индустрии с отжимом столь же раннего возраста.

Одним из вероятных очагов появления и распространения отжимной техники является также Волго-Окское междуречье. Отжимная техника скалывания микропластинок была выявлена в слое финального палеолита стоянки Золоторучье, датированном началом 10 тыс. до н.э. В рамках золоторучьинской технологической традиции производилось скалывание микропластинок отжимом (Мод 1 (?)) и крупных пластин – ударными техниками. Развитие и распространение отжимной техники получила в постсвидерских индустриях мезолита Русской равнины [Жилин, 2019; Harz et al., 2010]. Вероятно, ско-

рость развития техники отжима в Верхнем Поволжье, была очень высока: уже на самой ранней стадии существования бутовской культуры, в начале пребореала, предполагается получение пластинок шириной до 12 мм (Мод 3 (?)) [Жилин, 2019].

В раннем мезолите *междуречья Волги и Дона* техника отжима для скалывания заготовок не применялась. Абсолютная хронология для этого региона разработана слабо, для нижнего слоя памятника Плаутино 2 (зимовниковская культура) получена единственная дата SPb-309 9950±100 л. н. (9,8–9,2 тыс. кал. л. до н. э.) [Fedyunin, 2018]. Вероятно, в пребореальный период технологические инновации из Волго-Окского междуречья на юг не передавались. Наиболее раннее появление отжима связано с относительно более поздней мезолитической индустрией каменкской культуры (верхний слой Плаутино 2, Четвериково, Затон 1) [Fedyunin, 2018].

Распространение техники отжима пластинчатых сколов в предгорных районах *Крыма и степях Причерноморья* ассоциируется с памятниками кукрекской культуры. Скалывание микропластинок и пластинок (?) производилось с карандашевидных нуклеусов с гладкими площадками; для получения более крупных пластин использовалась ударная техника. Свидетельств использования тепловой обработки кремня не выявлено [Нужный, 1992; Гиря, 1997; Kiosak et al., 2022]. Для опорных памятников Крыма Кукрек и Вишенное в Киевской лаборатории получена серия дат в диапазоне 9267–8774 кал. л. до н.э. [Zaitseva et al., 2000]. Однако, их релевантность вызывает сомнение у ряда исследователей [Lille et al., 2009; Biagi, Kiosak, 2010; Kiosak et al., 2022]. Анализ массива дат для памятников кукрекской культуры позволил предположить, что вероятное начало бытования стоянок произошло не ранее позднего бореала [Biagi, Kiosak, 2010]. Наиболее ранний пример появления техники отжима в Северном Причерноморье – индустрия слоя А стоянки Каменная Могила 1 (8420–7750 кал. л. до н.э. (2σ)), ее атрибуция как кукрекской пока дискуссионна из-за типологической обедненности орудийного набора [Kotova et al., 2017; Kiosak et al., 2022].

## Заключение

В слоях раннего голоцена пещеры Двойная и навеса Чыгай, датируемых 11,3–8,5 и 11,1–8,5 кал. тыс. л. до н.э. соответственно, выявлено использование Мода 3 техники отжима для получения пластинок и микропластинок. Ни на Северо-Западном Кавказе, ни в ближайших регионах (Южный Кавказ, Крым, Подонье) в финальном плейстоцене отжим не известен, за исключением индустрии горизонта 4 слоя 7 навеса Бадыноко в Приэльбрусье, определение возраста которого дискуссионно, учитывая нечеткость стратиграфии и существенное расхождение с данными, полученными для грота Сосруко. Поэтому гипотеза о независимом появлении отжима в финальном плейстоцене Центрального Кавказа и его распространении на запад в раннем голоцене не рассматривается. Вероятно, индустрия раннего голоцена пещеры Двойной (сл. 4/5) и навеса Чыгай (слои 3-5) со сложным вариантом отжима (Мод 3) не имела местной подосновы и сформировалась в результате прямой миграции населения или интенсивных контактов.

Ранний возраст появления Мода 3 на Северо-Западном Кавказе совпадает с временем наиболее ранних памятников млефаатской и немриканской культур на юге и памятников ранней стадии бутовской культуры на севере. Для всех этих культур был характерен способ отжима, соответствующий Моду 3. Независимо от источника распространения инновации, скорость передачи навыков или миграций превышает разрешающую возможность современных методов абсолютного датирования. Механизмы, стоящие за взрывным распространением информации или групп населения в раннем голоцене еще предстоит выяснить.

Распространение отжима на юг из Волго-Окского междуречья представляется маловероятным, так как в предполагаемом «транзитном» регионе – междуречье Волги и Дона – в интересующий нас период времени отжим не выявлен. «Промежуточное звено» между ранним млефаатом, немрикианом и памятниками Северо-Западного Кавказа также пока отсутствует. В настоящий момент на Южном Кавказе не известны мезолитические индустрии с отжимом, которые имели бы столь же ранние даты, что и слой 4/5 пещеры Двойной и слои 3–5 навеса Чыгай. Следует учитывать, однако, что раннеголоценовых ин-

дустрий без отжима, время бытования которых было бы раньше или синхронно индустриям Северо-Западного Кавказа, в Закавказье также пока не выявлено. То есть, появления «промежуточного звена» в будущем нельзя исключать.

### Благодарности

Исследование проведено на средства гранта РФФИ (РЦНИ) № 20-09-00388.

### Библиография

Гиря Е.Ю. Технологический анализ каменных индустрий. Ч. 2. СПб. 1997. 198 с.

Еськова Д.К., Леонова Е.В., Фёдорова А.Ю. Появление техники отжима пластинчатых сколов на Северо-Западном и Центральном Кавказе // Микролиты в культурах верхнего палеолита и мезолита Европы: типология, технология и трасология. М.: ИА РАН. 2022. С.48-77.

Жилин М.Г. Особенности пластинчатой техники в верхнем Поволжье в финальном палеолите – мезолите // Верхнедонской археологический сборник, 2019. Вып. 11. С. 231–249.

Замятнин С.Н., Акритас П.Г. Раскопки грота Сосруко в 1955 году // Ученые записки Кабардино-Балкарского НИИ. Т. XIII. Нальчик. 1957. С. 431–452.

Зенин В.Н., Орлова Л.А. Каменный век Баксанского ущелья: хронологический аспект // XXIV Крупновские чтения. Нальчик. 2006. С. 54–57.

Леонова Е.В. К проблеме хронологии и культурной variability каменных индустрий конца верхнего палеолита и мезолита Северо-Западного Кавказа (по материалам навеса Чыгай и пещеры Двойная) // Традиции и инновации в истории и культуре. М. 2015. С. 77–87.

Леонова Е.В. Проблемы хронологии и культурной дифференциации поздней поры верхнего палеолита и мезолита Северного Кавказа // «Верхний палеолит Европы: время культурных новаций». Тез. докладов Международной конференции. СПб: ИИМК РАН, 2021. С. 121–123.

Нужний Д.Ю. Розвиток мікролітичної техніки в кам'яному віці. Київ. 1992. 188 с.

### Информация об авторах

Еськова Дарья Кирилловна, к.и.н.; ORCID ID: 0000-0003-3630-7277; [bdims@mail.ru](mailto:bdims@mail.ru);

Леонова Елена Викторовна, к.и.н.; ORCID ID: 0000-0002-7343-5422; [lenischa@yandex.ru](mailto:lenischa@yandex.ru).

Поступила в редакцию 11.01.2023,  
принята к публикации 11.02.2023.

Eskova D.K., Leonova E.V.

*Institute of Archaeology of Russian Academy of Sciences,  
Dm. Ulyanova st., 19, Moscow, 117292, Russia*

## DATING THE PRESSURE BLADEMAKING EMERGENCE IN THE NORTH-WESTERN CAUCASUS AND THE CHRONOLOGY OF THE PRESSURE TECHNIQUE DIFFUSION IN THE NEIGHBOURING REGIONS

**Introduction.** *The paper deals with the issue of pressure bladmaking emergence chronology in the North-Western Caucasus. The possible paths of the innovation diffusion are discussed.*

**Materials and methods.** *The study of the lithic technology is based on the materials from the Early Holocene layers of the Dvoynaya Cave and the Chygai Rockshelter. The series of AMS dates were obtained for the layers. The earliest use of pressure bladmaking was revealed in the layer 4/5 of the Dvoynaya Cave and the layers 3-5 of the Chygai Rockshelter dated to 11,3–8,5 cal kyr BC and 11,1–8,5 cal kyr BC respectively.*

**Results.** *The full technological context of the bladelet and microbladelet production with the use of pressure was revealed at the Dvoynaya Cave. The blanks were produced from the conical cores with faceted platforms. In layers 3–5 of the Chygai Rockshelter the pressure bladelets and microbladelets were discovered. In both cases the metrics of the pressure produced blanks indicate the use of Mode 3 of the pressure technique (pressure with the use of short crutch in a sitting position).*

**Discussion.** *We don't consider possible the diffusion of the technique from the Elbrus region of the North Caucasus as there were two technologically distinct traditions that were partly synchronous. The lower chronological range of the Mode 3 pressure emergence in the North-Western Caucasus roughly coincides with the Early Mlefaatian and the Nemrikian in the south and the Early Butovo in the north. The possible intermediate industries dated to the Early Holocene have not been discovered so far in the neighboring regions to the south or to the north of the North-Western Caucasus.*

**Conclusion.** *The early time of the complex mode of the pressure technique emergence in the North-Western Caucasus is indicative of the external adoption and an extremely fast pace of the innovation diffusion in the Early Holocene.*

**Keywords:** historical anthropology; archaeological material; Stone Age; Early Holocene; Caucasus; AMS-radiocarbon dating; lithic technology; pressure technique

DOI: 10.32521/2074-8132.2023.1.138-149 (MUAB)

## References

- Girya E.Yu. *Technologicheskii analiz kamennykh industriy* [Technological analysis of stone industries], pt. 2, St. Petersburg, 1997, 198 p.
- Eskova D.K., Leonova E.V., Fedorova A.Yu. Poyavlenie tekhniki otzhima plastinchatykh skolov na Severo-Zapadnom i Zentral'nom Kavkaze [The pressure bladmaking emergence in the North-Western and Central Caucasus]. In: *Mikrolity v kul'turakh verchnego paleolita i mezolita Evropy: tipologiya, tekhnologiya i trasologiya* [Upper Paleolithic and Mesolithic Microlithics in European Cultures: typology, technology and tracology]. M., IA RAN Publ., 2022, pp. 48–77. (In Russ.).
- Zhilin M.G. Osobennosti plastinchatoy tekhniki v verchnem Povolzh'e v final'nom paleolite – mezolite [Particular Features of Blade Technology in the Upper Volga Region in the Terminal Palaeolithic – Mesolithic]. *Verchnedonskoy archeologicheskii sbornik* [Upper Dnieper archaeological collection], 2019, 11, pp. 231–249. (In Russ.).
- Zamyatnin S.N., Akritas P.G. Raskopki grota Sosruko v 1955 godu [Excavation of Sosruko Rockshelter in 1955]. *Uchenye zapiski. Kabardino-Balkarskiy NII*. [Scientific reports of the Kabardino-Balkarian scientific-research institute], XIII, Nalchik, 1957, pp. 431–452. (in Russ.).
- Zenin V.N., Orlova L.A. Kamennyy vek Baksanskogo ushel'ya: chronologicheskii aspekt [Stone Age of Baksan Gorge: chronological aspect]. *XXIV Krupnovskie chteniya* [The XXIVth Krupnov's Readings]. Nalchik, 2006, pp. 54–57. (In Russ.).
- Leonova E.V. K probleme chronologii i kul'turnoy variabel'nosti kamennykh industriy konza verchnego paleolita i mezolita Severo-Zapadnogo Kavkaza (po materialam navesa Chygai i peschery Dvoynaya) [The problems of Chronology and Cultural variability of the Terminal Paleolithic and Mesolithic Lithic Industries of the North-Western Caucasus (on the materials of the Chygai Rockshelter and the Dvoynaya Cave)]. In *Traditsii i innovatsii v istorii i kul'ture* [Traditions and Innovations in History and Culture], M., 2015, pp. 77–87. (In Russ.).
- Leonova E.V. Problemy chronologii i kul'turnoy differentsiatsii pozdney pory verchnego paleolita i mezolita Severnogo Kavkaza» [The Problems of the Chronology and Cultural Differentiation of Terminal Palaeolithic and Mesolithic in North Caucasus]. *Abstracts of International Scientific Conference Upper Palaeolithic of Europe: the Time of Cultural Innovations*, St. Petersburg, IIMK RAN Publ., 2021, pp. 121–123. (In Russ.).
- Nuzhnyi, D. Yu. *Rozvytok mikrolitychnoi tekhniki u kam'yanomu vitsi* [The Development of Microlithic Technology in the Stone Age]. Kiev, 1992, 188 p. (In Ukr.).
- Abdykanova A. K. New data on the Mesolithic and Neolithic in Kyrgyzstan: a brief review. *Bulletin of IICAS Publication of the International Institute for Central Asian Studies*, 2014, 20, pp. 5–19.
- Aleksandrova O. I., Leonova E. V. Reconstruction of Hunting Projectiles from the Late Upper Palaeolithic and Mesolithic Cultures of the North Caucasus (based on the materials of Dvoynaya Cave). *Stratum plus*, 2017, 1, pp. 255–270. (In Russ.).
- Amirkhanov H.A. Chronology of Cultural Deposits of the Chokh Multilayered Settlement (According to 2022 Data). *History, Archaeology and Ethnography of the Caucasus*, 18 (3), 2022, pp. 715–728. DOI: 10.32653/CH183715-728. (In Russ.).
- Biagi P., Kiosak D. The Mesolithic of the Northwestern Pontic region: New AMS dates for the origin and spread of the blade and trapeze industries in Southeastern Europe. *Eurasia Antiqua*, 2010, XVI, pp. 21–41.
- Binder D. PPN Pressure Technology: views from Anatolia. *L. Astruc, D. Binder, F. Briois (Eds.), Technical systems and PPN communities in the near East*, 2007, pp. 235–243.
- Binder D., Balkan-Atlı N. Obsidian exploitation and blade technology at Kömürcü-Kaletepe (Cappadocia, Turkey). *Beyond Tools. Redefining the PPN Lithic Assemblages of the Levant*, SENEPSE, 2001, 9, Berlin, Ex oriente, pp. 1–16.
- Borrell F. Single-platform blade knapping in the Middle Euphrates Valley during the mid VIIIth Millennium Cal. *B.C. Anatolia antiqua. Eski Anadolu*, 2007, 15, pp. 1–16.
- Borrell F., Molist M. Social Interaction at the End of the Pre-Pottery Neolithic B: an Inter-site Analysis in the Euphrates Valley. *Cambridge Archaeological Journal*, 2014, 24 (02), pp. 215–232. DOI: 10.1017/S0959774314000456.
- Coutouly Y., The Emergence of Pressure Knapping Microblade Technology in Northeast Asia. *Radiocarbon*, 2018, 3 (60), pp. 1–35.

- Davis R. S. *The Palaeolithic. The Archaeology of Afghanistan: From Earliest Times to the Timurid Period. Ch. 2. New Ed.*, Edinburgh: Edinburgh University Press, 2019, pp. 61–98.
- Eskova D., Fedorova A. Filling the gap: Evidence from Dvoynaya Cave on the Pleistocene-Holocene boundary in the North Caucasus. Meso 2020. *Tenth International Conference on the Mesolithic in Europe, Abstracts*, 2020, pp. 75–76.
- Fedyunin I.V. The Mesolithic Period in the Interfluvium of the Don and the Volga: Geography, Sites. Cultures. *Vestnik TSU*, 2018, 431, pp. 141–154. DOI: 10.17223/15617793/431/19
- Golovanova L.V., Doronichev V.B., Doronicheva E.V., Tregub T.F., Volkov M.A., et al. Dynamique du climat et du peuplement du Caucase Nord-Central au tournant du Pléistocène et de l'Holocène. *L'anthropologie*, 124, 2, 2020, pp. 102759. DOI: 10.1016/j.anthro.2020.102759.
- Inizan M.-L. Pressure Débitage in the Old World: fore-runners, researchers, geopolitics – handing on the baton. *Emergence of pressure blade making. P.M. Desrosiers (Ed.)*, New York–Dordrecht–Heidelberg –London, Springer, 2012, pp. 11–42.
- Inizan M.L., Lechevallier M., Plumet P. A technological marker of the penetration into North America: pressure microblade debitage. Its origin in the Paleolithic of North Asia and its diffusion. P.M. Vandiver, J.R. Druzik, G.S. Wheeler, I.C. Freestone (Eds.), *Materials Issues in Art and Archaeology, III, Material Research Symposium Proceedings 26*, Pittsburgh, 1992, pp. 661–681.
- Inizan M.-L., Lechevallier M. L'adoption du débitage laminaire par pression au Proche orient. H.G. Gebel, S.K. Kozłowski (Eds.), *Neolithic Chipped Stone industries in the Fertile Crescent*, Berlin, Ex Oriente, 1994, pp. 23–32.
- Inizan M.-L., Reduron-Ballinger M., Roche H., Tixier J. *Technology and Terminology of Knapped Stone followed by a multilingual vocabulary (Arabic, English, French, German, Greek, Italian, Portuguese, Spanish)*, Nanterre: C.R.E.P., 1999, 191 p.
- Inizan M.-L., Tixier J. L'émergence des arts du feu: l'étalement thermique des roches siliceuses. *Paléorient*, 2000, 26, 2, pp. 23–36.
- Hartz T., Terberher S., Zhilin M. New AMS-dates for the Upper Volga Mesolithic and the origin of microblade technology in Europe. *Quartär*, 2010, 57, pp. 155–169.
- Jayez M., Nasab H. W. A separation: Caspian Mesolithic vs Trialetian lithic industry. A research on the excavated site of Komishan, southeast of the Caspian Sea, Iran. *Paléorient*, 2016, 42 (1), pp. 75–94. DOI: 10.3406/paleo.2016.5694.
- Kiosak D., Kotova N., Radchenko S., Capitani A., Gobet E. et al. Chipped Stone Assemblage of the Layer B of the Kamyana Mohyla 1 Site (South-Eastern Ukraine) and the Issue of Kukrek in the North Meotic Steppe Region. *Open archaeology*, 2022, 8, pp. 85–113.
- Kotova N., Tuboltsev O., Kiosak D., Spitsyna L., Makhortykh S. et al. Preliminary Results of Excavations at the Multilayer Kamyana Mohyla 1 Site (2011–2012). *Archaeology and Palaeoecology of the Ukrainian Steppe*, Kyiv, IA NAS of Ukraine, 2017, pp. 19–50.
- Kozłowski, S.K. *Nemrik: An aceramic village in Northern Iraq*. Warsaw: Institute of Archeology Warsaw University, 2002, 117 pp.
- Leonova E.V. Sosruco Rockshelter: revision of materials of the excavation by S.N. Zamiatnin and the Upper Horizons Radiocarbon Chronology. *Camera Praehistorica*, 2021, 1 (6), pp.101–119. DOI: 10.31250/2658-3828-2021-1-101-119. (In Russ.).
- Lillie, M., Budd, C., Potekhina, I.D., Hedges, R.E.M. The radiocarbon reservoir effect: New evidence from the cemeteries of the middle and lower Dnieper basin, Ukraine. *J. Archaeol. Sci.*, 2009, 36, pp. 256–264. DOI: 10.1016/j.jas.2008.09.005.
- Manko V. O., Chkhatrashvili G. L. The Lithic Industry from the Site of Kobuleti. *Archaeology and Ancient History of Ukraine*, 2020, 4 (37), pp. 94–106. DOI: 10.37445/adiu.2020.04.07 (In Ukr.).
- Matthews R., Mohammadifar Ya., Matthews W., Motarjem A. Investigating the Early Neolithic of western Iran: the Central Zagros Archaeological Project (CZAP). *Antiquity*, 2010, 84 (323).
- Milić B., Horejs B. The Onset of Pressure Blade Making in Western Anatolia in the 7th Millennium BC: A Case Study from Neolithic Çukuriçi Höyük. *Çukuriçi Höyük 1: Anatolia and the Aegean from the 7th to the 3rd millennium BC, Oriental and European Archaeology*, 2017, 5, pp. 27–52.
- Motuzaitė-Matuzevičiūtė G., Preece R. C., Wang, S., Colominas L., Ohnuma K. et al. Ecology and Subsistence at the Mesolithic and Bronze Age site of Aigyrzhal-2, Naryn Valley, Kyrgyzstan'. *Quaternary International*, 2017, 437, pp. 35–49.
- Nasab H.V., Jayez M., Qorbani H.R., Darabi H., Taylor H. Preliminary techno-typological analysis of chipped stone materials from Sheih-e-Abad. R. Matthews, W. Matthews, Y. Mohammadifar (Eds.), *The earliest neolithic of Iran: 2008 excavations at Sheik-e Abad and Jani: Central Zagros Archaeological Project, The British Institute of Persian Studies*, 2013, 1, Oxbow books, pp. 117–129.
- Nishiaki Y., Aripdjanov O., Sayfullayev B., Engeshed O., Grodeeva E. et al. Prehistoric Caves and Rockshelters in the Machay Valley, Surkhandarya, South Uzbekistan (II). *Rafidan*, 2019, 40, pp. 9–18.
- Nishiaki Y. Dispersals of Pressure Debitage Technology into Central and Southwest Asia. M. Lebeau (Ed.). *Identity, Diversity and Contact: From the Southern Balkans to Xinjiang, from the Upper Palaeolithic to Alexander*, Brepols, 2021, pp. 9–17.
- Ohnuma K. Lithic assemblages from TB75 and TB130. *Tang-E Bolaghi: Iran-Japan archaeological project for the Sivand Dam salvage area*, University of Tsukuba, 2008, pp. 85–120.
- Özbaşaran, M., Duru G. Akarçay Tepe: a PPNB and PN settlement in Middle Euphrates-Urfa. In *The Neolithic in Turkey*, 2, eds. M. Özdoğan, N. Başgelen, P. Kuniholm. Istanbul: Archaeology and Art Publications, 2011, pp. 165–202.
- Pelegrin J. Long Blade Technology in the Old World: An Experimental Approach and Some Archaeological Results // Skilled Production and Social Reproduction. Uppsala, *Societas Archaeologica Upsaliensis*, 2006, pp. 37–68.
- Pelegrin J. New Experimental Observations for the Characterization of Pressure Blade Production Techniques. *The Emergence of Pressure Blade Making from Origin to Modern Experimentation*. N.-Y., Springer, 2012, pp. 237–259.
- Seletskiy M.V., Shnaider S.V., Zenin V.N., Krivoshapkin A.I., et al. Epipaleolithic Complexes of the Badyanko Rockshelter (Elbrus Region). *Vestnik TSU*, 2017, 418, pp. 147–162. DOI 10.17223/15617793/418/19 (In Russ.).
- Seletskiy M.V., Shnaider S.V., Fedorchenko A.Yu. Techniques for Processing Lithic Material during Epipa-

laeolithic in the Eastern Elbrus Region (On Materials of the Naves Badykoko Site). *Vestnik NSU. Series: History and Philology*, 2019, 18 (7), pp. 112–131. (In Russ.).

Shnaider S.V., Abdykanova A., Krajcarz M., Alisherkyzy S., Nikulina E.D. et al. Results of Archaeological Excavation at Obishir-1 in 2017. *Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*, 2017a, XXIII, pp. 240–244. (In Russ.).

Shnaider S.V., Krajcarz M., Viola T.B., Abdykanova A., Kolobova K.A. et al. New Investigations of the Epipalaeolithic in Western Central Asia: Obishir-5. *Antiquity*, 2017b, 91/360, pp. 1–7.

Sørensen M., Rankama T., Kankaapää J., Knutsson K., Knutsson H. et al. The first eastern migrations of people and knowledge into Scandinavia: evidence from studies of Mesolithic technology, 9-8 millennium BC. *Norwegian Archaeological Review*, 2013, pp. 19–56.

Tixier J. L'industrie lithique capsienne de l'Ain Dokkara. Région de Tébessa, Algérie. Fouilles L. Balout. *Libyca Alger*, 1976, Vol 24, pp. 21–54.

Varoutsikos B. *The Mesolithic-Neolithic transition in the South Caucasus: Cultural Transmission and Technol-*

*ogy Transfer*. Ph. D. in Anthropology Thesis, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, 2015, 388 p.

Varoutsikos B., Mgeladze A., Chahoud J., Gabounia M., Agapishvili T. et al. From the Mesolithic to the Chalcolithic in the South Caucasus: New Data from the Bavra Ablari Rock Shelter. A. Batmaz, G. Bedianashvili, A. Michalewicz, A. Robinson (Eds.), *Context and Connection: Essays on the Archaeology of the Ancient Near East in Honour of Antonio Sagona, Orientalia Lovaniensia Analecta*. Leuven, 2017, pp. 233–255.

Zaitseva G. I., Timofeev V. I., Zagorska N. N., Kovalikh N. N. Radiocarbon dates of the Mesolithic sites of Eastern Europe. *Radiocarbon and Archaeology*, 2000, 1, pp. 33–52.

#### Information about Authors

Eskova Daria Kirillovna, PhD; ORCID ID: 0000-0003-3630-7277; [bdims@mail.ru](mailto:bdims@mail.ru);

Leonova Elena Viktorovna, PhD; ORCID ID: 0000-0002-7343-5422; [lenischa@yandex.ru](mailto:lenischa@yandex.ru).

